



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

Facultad de Ciencias Físicas

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica de  
Fluidos

**Sistema de tuberías de gas licuado de petróleo y gas  
natural para instalaciones domiciliarias**

**MONOGRAFÍA TÉCNICA**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos

**AUTOR**

Daniel Rufino HUARCAYA CLEMENTE

**ASESOR**

Elmer Raul VARGAS RONCAL

Lima, Perú

2008



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Huarcaya, D. (2008). *Sistema de tuberías de gas licuado de petróleo y gas natural para instalaciones domiciliarias*. Monografía Técnica para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

---

# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)



## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

### E.A.P. DE INGENIERIA MECANICA DE FLUIDOS

#### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE MONOGRAFÍA TÉCNICA PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO DE FLUIDOS POR LA MODALIDAD M-4

Siendo las 20:00 horas del día Martes 18 de Noviembre de 2008, en el Auditorio Pedro Quevedo Ahon de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos, bajo la presidencia del Dr. ANDRÉS VALDERRAMA ROMERO y con la asistencia del asesor Ing. RAÚL VARGAS RONCAL y miembro Ing. EDMUNDO RENDÓN VÁSQUEZ de conformidad con la Resolución Rectoral N° 01934-R-02 que aprueba las diferentes modalidades de Titulación Profesional, se dio inicio a la Sesión Pública de Sustentación de Monografía Técnica para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos, del Bachiller:

DANIEL RUFINO HUARCAYA CLEMENTE

El Presidente del Jurado Examinador dio lectura del Resumen del Expediente, e invitó al Bachiller DANIEL RUFINO HUARCAYA CLEMENTE, a realizar la Exposición del Trabajo de la Monografía Técnica titulada "SISTEMA DE TUBERÍAS DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL PARA INSTALACIONES DOMICILIARIAS".

Concluida la exposición del candidato y luego de las preguntas de rigor por parte del Jurado Examinador, el Presidente invitó al Bachiller abandonar momentáneamente la sala de sesión para dar paso a la deliberación y calificación por parte del Jurado.

Al término de la deliberación del Jurado, se invitó al candidato a regresar a la sala de sesión para dar lectura a la calificación final obtenida por el Bachiller, la misma que fue:

DIECISEIS 16

El Presidente del Jurado Dr. ANDRÉS VALDERRAMA ROMERO, a nombre de la Nación y de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, declaró al Bachiller DANIEL RUFINO HUARCAYA CLEMENTE Ingeniero Mecánico de Fluidos.

Siendo las \_\_\_\_\_ horas, del mismo día, se levantó la sesión.

  
Dr. ANDRÉS VALDERRAMA ROMERO  
PRESIDENTE

  
Ing. RAÚL VARGAS RONCAL  
ASESOR

  
Ing. EDMUNDO RENDÓN VÁSQUEZ  
MIEMBRO

## **AGRADECIMIENTOS**

- El presente trabajo es dedicado a mis padres Rufino y Benedicta quienes fueron el impulso y respaldo moral para culminar mis estudios universitarios y así poder alcanzar mi meta. A mis hermanos por su aliento y apoyo que fue fundamental durante todo este tiempo, y el agradecimiento especial a Dios por darme la bendición de realizarme como profesional para el servicio de la sociedad y de mi País.
- Hago extensivo el agradecimiento al Ing. Roberto Arellano Gardella, por haberme dado la oportunidad de incursionar en el campo del gas, al Ing. Harry Estrada Infantas por permitirme desarrollarme en el sector domiciliario y comercial del gas, y al Ing. Cesar Acuña Cordova en el afianzamiento de mi desarrollo profesional en proyectos industriales de gas. A todos ellos quienes me facilitaron con la información necesaria para elaborar el presente trabajo.

## INDICE

<b>CAPITULO I : INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS .....</b>	<b>9</b>
1.1 Introducción .....	9
1.2 Objetivos .....	11
 <b>CAPITULO II : GENERALIDADES .....</b>	 <b>12</b>
2.1 Origen de los Hidrocarburos .....	12
2.2 Gas Licuado de Petróleo (GLP) .....	12
2.3 Gas Natural (GN) .....	14
2.4 Características y Propiedades de los Gases .....	16
2.4.1 Poder Calorífico .....	16
2.4.2 Potencia Calorífica .....	17
2.4.3 Peso Específico .....	17
2.4.4 Densidad de los Gases .....	18
2.4.5 Índice de Wobbe .....	20
2.4.6 Clasificación de los Gases .....	20
2.4.6.1 Gas de la 1ª familia .....	20
2.4.6.2 Gas de la 2ª familia .....	21
2.4.6.3 Gas de la 3ª familia .....	21
2.4.7 Grado de Humedad .....	21
2.4.8 Límites de Inflamabilidad .....	21
2.4.9 Intercambiabilidad de los Gases .....	22
2.4.10 Odorización .....	24
2.5 Reservas y Producción de Gas en el Perú .....	24
2.5.1 Reservas de Hidrocarburos .....	24
2.5.2 Reservas de de Gas Natural en el Perú .....	26
2.5.3 Influencia del Desarrollo del Gas en el Perú .....	26
2.5.4 Producción Nacional de Gas Natural .....	31
2.5.5 Producción Nacional de Gas Licuado de Petróleo .....	31
2.5.5.1 Mercado Nacional de GLP 2002-2009 .....	32

<b>CAPITULO III : LEGISLACION Y NORMATIVIDAD .....</b>	<b>33</b>
3.1 Ley Orgánica de Hidrocarburos .....	33
3.2 Reglamentación para el Gas Licuado de Petróleo (G.L.P.) .....	34
3.2.1 Reglamento para la Comercialización del G.L.P. ....	34
3.2.2 Reglamento de Seguridad para Instalaciones y Transporte del G.L.P. ....	37
3.3 Reglamentación para el Gas Natural .....	39
3.3.1 Marco Legal para Promover las Inversiones en Gas Natural .....	39
3.3.2 De la ley Orgánica de Hidrocarburos Ley 26221, respecto al Transporte, Distribución del Gas Natural .....	40
3.3.3 Reglamentos Vigentes del Gas Natural .....	41
3.3.4 Programa de Fortalecimiento Institucional y Apoyo a la Gestión Ambiental y Social del Proyecto Gas de Camisea en el BID .....	41
3.4 Normatividad .....	42
3.4.1 Normatividad del Gas Licuado de Petróleo .....	42
3.4.2 Normatividad del Gas Natural .....	43
3.5 De la entidad Instaladora y Personal Competente .....	45
 <b>CAPITULO IV : MATERIALES , EQUIPOS Y ARTEFACTOS.....</b>	 <b>47</b>
4.1 Distribución Interna .....	47
4.1.1 Redes de Gas .....	47
4.1.2 Materiales Permitidos por la NTP .....	48
4.1.3 Ventajas y Desventajas de la Tubería .....	48
4.2 Tubería de Cobre .....	49
4.2.1 Tipos de Tubería de Cobre .....	49
4.2.1.1 Tubería Tipo K .....	51
4.2.1.2 Tubería Tipo L .....	52
4.2.1.3 Tubería Tipo M .....	52
4.3 Accesorios de Cobre para Tuberías de Gas .....	53
4.3.1 Codo .....	55
4.3.2 Cruces o Crucetas .....	56

4.3.3	Bushing .....	56
4.3.4	Tee .....	56
4.3.5	Tapón hembra .....	57
4.3.6	Tapón Macho .....	58
4.3.7	Copla .....	58
4.3.8	Adaptador .....	58
4.3.9	Reducción .....	58
4.3.10	Unión Universal .....	59
4.4	Válvulas .....	59
4.4.1	Válvula de Bola .....	60
4.5	Anclajes .....	60
4.6	Tubería de Acero .....	61
4.7	Tanques de Almacenamiento de GLP .....	61
4.7.1	Tanques Aéreos .....	62
4.7.2	Tanques Soterrados .....	63
4.7.3	Partes de un Tanque .....	64
4.7.4	Accesorios de un Tanque .....	65
4.8	Reguladores de Presión .....	67
4.9	Medidores de Gas .....	72
4.10	Soldadura .....	73
4.11	Artefactos .....	74
<b>CAPITULO V : DISEÑO Y CALCULO .....</b>		<b>76</b>
5.1.	Consideraciones Generales .....	76
5.2.	Referencias de la Construcción del Sistema de Tuberías .....	77
5.3.	Diseño de Unidades de Almacenamiento .....	82
5.3.1.	Cálculo de Capacidad de Cilindros de 45 Kg de GLP .....	82
5.3.2.	Calculo de Capacidad de Tanques de GLP .....	84
5.4.	Referencias de Métodos de Cálculo de Tuberías .....	86
5.5.	Factor de Simultaneidad .....	89
5.6.	Cálculo de Pérdida de Carga .....	91
5.7.	Tablas de Cálculo .....	93



5.8. Desarrollo del Diseño de Línea de Gas para Complejo Habitacional ....	99
5.8.1. Cálculos para Sistema de Tuberías de GLP .....	101
5.8.1.1. Cálculo de Línea de Media Presión de GLP .....	101
5.8.1.2. Cálculo de Línea de Baja Presión de GLP .....	108
5.8.1.3. Cálculo de Tanque de Almacenamiento .....	111
5.8.1.4. Elección de Reguladores .....	112
5.8.1.5. Elección de Medidor .....	112
5.8.2. Cálculos para Sistema de Tuberías de GN .....	113
5.8.2.1. Cálculo de Línea de Media Presión de GN .....	113
5.8.2.2. Cálculo de Línea de Baja Presión de GN .....	120
5.9. Prueba de Hermeticidad .....	123
5.10. Purga de Tuberías .....	123
5.11. Puesta en Servicio .....	124
 <b>CAPITULO VI : MEMORIA DESCRIPTIVA .....</b>	 125
6.1. Antecedentes y Objetivo .....	125
6.2. Utilización del GLP .....	125
6.3. Titular de la Instalación .....	126
6.4. Dirección o Ubicación de la Instalación .....	126
6.5. Legislación Aplicable .....	126
6.6. Descripción del Sistema Para Uso del GLP .....	127
6.6.1. Zona de Almacenamiento .....	127
6.6.2. Válvulas y/o Accesorios .....	127
6.6.3. Red de Suministro .....	130
6.6.4. Red de Tuberías .....	132
6.6.4.1. Descripción .....	132
6.6.4.2. Conducciones de Tuberías .....	132
6.6.4.3. La Tubería, Conexiones, Soldadura y Válvulas .....	133
6.7. Acceso al Tanque para el Transvase .....	133
6.8. Cimentación .....	134
6.9. Pruebas de hermeticidad .....	134
6.10. Seguridad .....	134

6.11. Impacto Ambiental .....	136
6.12. Planos .....	136
<b>CAPITULO VII : EVALUACION ECONOMICA .....</b>	<b>137</b>
7.1. Presupuesto del Sistema de Tuberías de GLP .....	137
7.2. Presupuesto del Sistema de Tuberías de GN .....	141
7.3. Análisis de Resultados .....	144
7.4. Análisis de Costo por Consumo de GN Vs. el GLP .....	145
7.5. Factor de Desarrollo en la Economía Nacional .....	146
<b>CAPITULO VIII : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>148</b>
8.1. Conclusiones .....	148
8.2. Recomendaciones .....	149
 - <b>APENDICE</b> .....	 151
- <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	152
- <b>PLANOS</b> .....	153
- <b>ANEXOS</b> .....	156

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCION Y OBJETIVOS**

#### **1.1 Introducción**

El presente trabajo ha sido elaborado en función a los cambios que ya se están dando en nuestro País, resaltando la importancia de la explotación de los hidrocarburos de Camisea, recurso que ha conllevado a un cambio en nuestra matriz energética, principalmente con el uso del gas natural en el sector industrial, comercial, domiciliario y automotriz; del que tenemos como reservas probadas en 12 trillones de pies cúbicos.

Tras las operaciones de Camisea se ha logrado, el incremento de la producción de hidrocarburos, disminución del déficit de la balanza comercial, autoabastecimiento de GLP con menor precio de producto, y sobre todo de la evolución en el consumo del gas natural que ha pasado de 53 MMPCD (millones de pies cúbicos) en el 2004 a 200 MMPCD en la actualidad, el cual nos indica que dentro de un corto tiempo la mayor parte de nuestra matriz energética será reemplazada por el gas natural, un producto que posee un alto poder energético y que al ser combustionado no emite productos contaminantes al medio ambiente.

Para efecto del presente trabajo denominado “ Sistema de Tuberías de Gas Licuado de Petroleo (GLP) y Gas Natural (GN) para instalaciones domiciliarias”, iniciamos en

hacer mención de la proveniencia, características y reservas tanto del gas licuado de petróleo como del gas natural (Cap.II.).

El Sistema esta basado en una red de tuberías, accesorios, reguladores de presión, equipos de medición; entre otros componentes, el cual se diseña bajo los parámetros de la reglamentación y normatividad existente que es materia del Capitulo III.

Es importante reconocer las características de los materiales, equipos, accesorios y artefactos que involucran en el desarrollo del sistema para obtener un correcto funcionamiento del mismo para no tener algún riesgo en el servicio a los usuarios (Cap.IV.)

La parte correspondiente al diseño del sistema se trata en el capitulo V, en el que se plantea las consideraciones que se debe de tener para el diseño, la metodología a emplear, así como también el comparativo de costos entre una instalación con Gas licuado y otra con Gas natural.

Para efectos de garantía y seguridad de los propietarios de dicho complejo habitacional, contará con su memoria descriptiva, donde se menciona el detalle de los componentes de la instalación realizada, bajo la reglamentación y normatividad regida por el estado. (Cap.VI).

Con este nuevo sistema se espera un abastecimiento de energía continuo y permanente, a bajo precio y menos contaminante que otros, lo cual significará un ahorro para el usuario y también lo será para el Estado Peruano al reducir considerablemente las

Importaciones de Combustibles. Convirtiéndose este recurso en un factor de desarrollo y crecimiento de nuestra economía nacional (Cap. VII ).

## **1.2 Objetivos**

El objetivo del presente proyecto es difundir la importancia que representará para los hogares en tener una instalación de gas domiciliario dual, que sea utilizable para el Gas Licuado de Petróleo y para con el Gas Natural, con la salvedad de hacer cambios de equipos, reguladores y medidores que requiere cada gas.

Ello representa poder finalmente consumir nuestro propio gas natural y gas licuado de Petróleo a bajo costo, y que representará un ahorro sustancial en los hogares e impulsará que las nuevas construcciones de vivienda cuenten con el sistema de gas que a su vez generará mayor empleo directo e indirecto..

## **CAPITULO II**

### **GENERALIDADES**

#### **2.1 Origen de los Hidrocarburos**

En lo referente al origen de los hidrocarburos, una de las teorías más común y aceptada, sostiene que la formación de los mismos se dio en el transcurso de millones de años, al quedar atrapadas bajo la tierra grandes masas de materiales orgánicos, las cuales por acción de temperaturas y presiones apropiadas, pasaron por un proceso de transformación que dio como resultado los “Hidrocarburos”, conocidos hoy como petróleo crudo y gas natural.

La existencia de los yacimientos petrolíferos es resultado de las condiciones geológicas en que quedaron atrapados los hidrocarburos, conformados principalmente por carbono e hidrógeno.

#### **2.2 Gas Licuado de Petróleo (GLP)**

El GLP es un subproducto del refinamiento del petróleo crudo, se encuentra en estado gaseoso a temperatura y a presión ambiente, en estado líquido a presión de 2 bar (1 bar = 0,98 atm), y está compuesto de propano y butano. Se transporta en tanques y balones para utilizarse como combustible.

El G.L.P. se encuentra en estado líquido en los envases, ya que al pasar al estado gaseoso se multiplica 262 a 270 veces. Esta característica del gas hace posible que un recipiente pequeño pueda abastecer de gas a una familia por un promedio de un mes.

Quema sin dejar residuos carbonosos responsables de un deterioro prematuro de los equipos, prolonga la duración de las válvulas, de los quemadores y no contaminan el medio ambiente.

Los productos de su combustión son óxidos de carbono y de nitrógeno e hidrocarburos no quemados en cantidad inferior de gasolina y gasóleo, mientras no se tienen hidrocarburos aromáticos, anhídrido sulfuroso ya que no están presentes.

## **GENERALIDADES Y COMPOSICIÓN DE LOS GLP**

### **BUTANO COMERCIAL**

<b>Mezcla Típica</b>	
<b>Componentes</b>	<b>Porcentajes en volumen</b>
Etano (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	0,46
Propano (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	9,14
Isobutano (iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	30,80
Normal butano (nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	59,60
<b>Densidad</b>	
<b>Componentes</b>	<b>Densidad relativa</b>
Etano	1,049
Propano	1,562
Isobutano	2,064
Normal butano	2,091
<b>Poder Calorífico</b>	
<b>Componentes</b>	<b>PCS (kcal/Nm<sup>3</sup>)</b>
Etano	16 860
Propano	24 350
Isobutano	31 580
Normal butano	32 060
Poder Calorífico Mezcla	31 138,000

## PROPANO

<b>Mezcla Típica</b>	
<b>Componentes</b>	<b>Porcentajes en volumen</b>
Etano (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	0,63
Propano (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	87,48
Isobutano (iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	6,30
Normal butano (nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	5,59
<b>Densidad</b>	
<b>Componentes</b>	<b>Densidad relativa</b>
Etano	1,0490
Propano	1,5621
Isobutano	2,0640

### 2.3 Gas Natural ( GN ) :

El gas natural (GN) es un combustible fósil, mezcla de hidrocarburos parafínicos, que incluye el Metano (CH<sub>4</sub>) en mayor proporción y otros hidrocarburos en proporciones menores. El gas natural suele contener, en promedio entre un 60 y 85% de metano (CH<sub>4</sub>), 5 a 15 % de etano (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>), 3 a 18 % de propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>), y 2 a 14 % de butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) y pentano (C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>). El gas tal como sale del suelo, a menudo contiene compuestos de azufre y de nitrógeno como impurezas.

El gas natural existe en los yacimientos en fase gaseosa o en solución con el aceite, a condiciones atmosféricas permanece en fase gaseosa. Puede encontrarse mezclado con algunas impurezas o sustancias que no son hidrocarburos, tales como ácido sulfhídrico (HS), nitrógeno o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Por su origen, el gas natural se clasifica en asociado y no asociado.



El **Gas asociado**, aquel que se encuentra en contacto y/o disuelto en el aceite del yacimiento. Este, a su vez, puede ser clasificado como gas de casquete (libre) o gas en solución (disuelto)

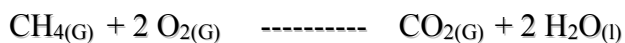
El **Gas no asociado**, por el contrario es aquel que se encuentra en yacimientos que no contienen aceite crudo, a las condiciones de presión y temperatura originales.

Por su composición, el gas natural puede ser clasificado en húmedo y seco. El *gas húmedo es la* mezcla de hidrocarburos mediante el cual se eliminan impurezas o compuestos que no son hidrocarburos, obteniendo componentes más pesados que el metano. A su vez, se clasifica en *gas húmedo dulce* y *gas húmedo amargo*. El primero se caracteriza por contener productos licuables como gasolinas y gas L.P., y el segundo, contiene compuestos corrosivos de azufre.

*Y El Gas seco*, es un compuesto formado esencialmente por metano (94–99 por ciento) que contiene cantidades escasas de productos licuables. Para fines prácticos, los términos *gas natural* y *gas seco* son utilizados indistintamente.

Por su almacenamiento o procesamiento, el gas se clasifica en gas natural comprimido y gas natural licuado. El *Gas natural comprimido*, gas seco almacenado a alta presión en estado gaseoso en un recipiente y el *Gas natural licuado*, compuesto predominantemente de metano, que ha sido licuado por compresión y enfriamiento para facilitar su transporte y almacenamiento.

El gas natural compuesto principalmente por metano arde con una flama relativamente limpia y los productos son principalmente CO<sub>2</sub> y agua (H<sub>2</sub>O).



La composición del gas natural es como sigue:

<b>Hidrocarburo</b>	<b>Composición Química</b>	<b>Rango (en %)</b>
<b>Metano</b>	CH <sub>4</sub>	80-95
<b>Etano</b>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	2-6
<b>Propano</b>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0-3
<b>Butano</b>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0-3
<b>Nitrogeno</b>	N <sub>2</sub>	0-1
<b>Dioxido de Carbono</b>	CO <sub>2</sub>	0-2

## 2.4 Características y propiedades de los gases

### 2.4.1 Poder calorífico

Es la cantidad de calor desprendida por combustión completa en condiciones normales de la unidad de volumen o de masa de gas.

Se considera el poder calorífico superior (PCS) cuando el agua resultante de la combustión se supone líquida (condensada) en los productos de la combustión. Se considera el poder calorífico inferior (PCI) cuando el agua resultante de la combustión se supone en estado vapor como los demás productos de la combustión.

La tabla muestra los valores de poderes caloríficos de diferentes gases combustibles.

<b>Gas</b>	<b>PCS</b>	<b>PCI</b>
Hidrógeno	3 050 kcal/m <sup>3</sup>	2 750 kcal/m <sup>3</sup>
Metano	9 000 "	8 570 "
Propano	24 350 "	22 380 "
n Butano	32 060 "	29 560 "
Gas de ciudad	4 200 "	3 710 "
Gas natural	10 200 "	9 200 "
Propano comercial	12 050 kcal/kg	11 080 kcal/kg
Butano comercial	11 880 "	10 950 "

#### 2.4.2 Potencia calorífica

Es la energía que se obtiene por unidad de tiempo en un aparato de gas como resultado de la combustión del gas.

Potencia calorífica = Calor obtenido o energía calorífica obtenida/tiempo, o

Potencia calorífica = PCS del gas × volumen consumido/tiempo.

#### 2.4.3 Peso específico

El peso es la fuerza con que un cuerpo es atraído por la tierra y se mide en Kilogramos

El peso específico relativo del G.L.P. en estado líquido en relación al agua :

<b>MATERIAL</b>	<b>PESO POR LITRO</b>
Propano (Líquido)	0.508 Kg.
Butano (Líquido)	0.584 Kg.
Agua	1.000 Kg.
Mezcla(70% Propano– 30% Butano)	0.531 Kg.

1 litro de Propano líquido pesa 508 gr. y 1 litro de agua 1000 gr., es decir el G.L.P. en estado líquido pesa menos que el agua.

El peso específico relativo del G.L.P. en estado vapor en relación al aire :

MATERIAL	PESO POR LITRO
Propano (Vapor)	1.522
Butano (Vapor)	2.006
Aire	1.000
Mezcla(70% Propano – 30% Butano)	1.667

El peso del G.L.P. en estado Gaseoso es mayor que el del Aire. Esta propiedad implica que al producirse una fuga de G.L.P., los gases caen a las partes mas bajas, constituyendo un eminente peligro.

#### **2.4.4 Densidad de los gases**

La densidad de los gases se expresa con respecto a la densidad del aire. Los gases menos densos que el aire (hidrógeno, gas natural,..) tienden a ascender en la atmósfera y los más densos a acumularse a ras del suelo (CO<sub>2</sub>, propano, butano, ...).

#### **Densidad absoluta**

La densidad absoluta o masa volumétrica de un cuerpo, se define como la masa contenida en la unidad de volumen.

La unidad más habitual es el kg/m<sup>3</sup>(n).

El volumen que ocupa un gas se suele referir a sus condiciones normales (0 °C y 1013,25 mbar). 1 m<sup>3</sup> (n) es por tanto 1 m<sup>3</sup> de gas medido en condiciones normales.

## Densidad relativa

Es la relación entre la densidad absoluta del gas y del aire en las mismas condiciones de presión y temperatura. El valor de esta propiedad indica si un gas es más o menos pesado que el aire (Densidad aire = 1,293 kg/m<sup>3</sup>(n)).

Los gases menos pesados que el aire (densidad absoluta <1) tienden a ascender diluyéndose fácilmente en la atmósfera. En cambio, aquellos gases más pesados el aire (densidad absoluta >1) se sitúan en las partes bajas del recinto o a ras del suelo, si bien con el tiempo van mezclándose y disipándose en la atmósfera.

Es importante conocer la densidad relativa del gas, ya que si en determinadas operaciones se produjera un escape al exterior, sabríamos de su facilidad para ascender a la atmósfera o bien de su acumulación en los puntos bajos, así como su mayor rapidez de dilución en el aire cuanto menor sea su densidad.

<b>Gas combustible</b>	<b>Densidad absoluta aproximada [kg/m<sup>3</sup>(n)]</b>	<b>Densidad relativa aproximada</b>
Gas manufacturado	0,685	0,53
Aire propanado 5200	1,450	1,12
<b>Gas natural</b> Argelia (Huelva) Argelia (Barcelona) Argelia gasoducto Libia Conexión Francia	Aprox. 0,8	Aprox. 0,6
Propano comercial	2,09	1,62
Butano comercial	2,62	2,03

### **2.4.5 Índice de Wobbe**

El índice de Wobbe de un gas combustible es el cociente entre el Poder Calorífico Superior P.C.S y la Raíz cuadrada de la densidad relativa expresado en unidades de P.C.S.

$$W = \frac{P.C.S}{\sqrt{d}}$$

A igualdad de Presión y temperatura de suministro, un gas combustible que tuviera el mismo Índice de Wobbe que el Gas Natural sería intercambiable con el.

La Norma UNE 60.002-90 ó UNE EN 437, clasifica los gases combustibles en tres familias en función de su Índice de Wobbe.

### **2.4.6 Clasificación de los gases**

Los gases combustibles se clasifican en familias. Todos los gases de una misma familia tienen características comunes, de manera que pueden intercambiarse sin necesidad de modificar ni la instalación, ni los aparatos de consumo.

Si se tiene que cambiar el gas por otro que no sea de la misma familia, esto obliga a cambiar los aparatos de consumo, o al menos, ciertos mecanismos.

Según la UNE 60.002, los gases se agrupan en tres familias:

#### **2.4.6.1 Gas de la 1ª Familia**

Se encuentra constituida por gases manufacturados, obtenidos mediante proceso de fabricación a partir de varios componentes, el principal gas manufacturado es el denominado gas ciudad. También se incluyen en esta familia el aire butanado o

propanado, con bajo poder calorífico (entre 4,65 y 5,5 KWh/m<sup>3</sup>) y presión de uso de 8 a 12 mbar.

#### **2.4.6.2 Gas de la 2ª Familia**

Está formada por los gases naturales, gas natural sintético y las mezclas hidrocarburo-aire (aire propanado) de alto poder calorífico (entre 9,3 y 14 KWh/m<sup>3</sup>) y presión de uso de 18 a 22 mbar.

#### **2.4.6.3 Gas de la 3ª Familia**

Lo conforman el propano y el butano, que son productos derivados de la destilación del petróleo y se almacenan en forma líquida en depósitos, por ello se denominan Gases Licuados de Petróleos (GLP) de un poder calorífico entre 27,9 y 36.00 KWh/m<sup>3</sup>, y a presión de uso de 28 mbar (para el butano) y de 37 mbar (para el propano).

#### **2.4.7 Grado de humedad**

Cuando un gas se encuentra saturado de vapor de agua, si baja la temperatura, se produce la condensación del vapor en forma de agua líquida en las paredes de la canalización. Esto obliga a prever la evacuación de agua de forma que no obstruya el paso del gas.

#### **2.4.8 Límites de Inflamabilidad**

Esta propiedad se utiliza en combustibles gaseosos. Establece la proporción de gas y aire necesaria para que se produzca la combustión, mediante un límite inferior (LII) y

uno superior (LIS). Es decir, corresponde a las composiciones en porcentaje de gas en aire entre las cuales a presión y temperatura ambiente la mezcla es inflamable. La temperatura de inflamación es la temperatura a la cual se inflama una mezcla estequiométrica de gas-aire sin necesidad del concurso de un punto de ignición.

A continuación se muestra los límites de inflamabilidad de los principales gases.

<b>Combustible</b>	<b>L.I.I</b>	<b>L.I.S</b>
Gas natural	4,7 %	15 %
Etano	3 %	13 %
Propano	2,4 %	9,6 %
Butano	1,8 %	8,5 %
CO	12,5 %	75 %
Hidrogeno	4,1 %	75 %
Acetileno	2,3 %	82 %

#### **2.4.9 Intercambiabilidad de los Gases**

La intercambiabilidad de los gases trata sobre las posibilidades de sustitución de un gas por otro en un mismo aparato o en el conjunto de aparatos, conservando las condiciones correctas de funcionamiento.

Se dice que dos gases son intercambiables cuando, en un grupo de aparatos considerado, distribuidos bajo la misma presión, en la misma red, alimentando los mismos quemadores y sin cambios de regulación, producen equivalentes resultados de combustión y permiten mantener a la vez:

- La misma potencia calorífica
- La estabilidad de la llama: Esto es ausencia de desprendimiento de llama en todos los quemadores y además, ausencia de retroceso de llama en los quemadores de premezcla.



- La calidad de combustión manteniendo la misma por debajo de los umbrales máximos de emisiones (relación CO/CO<sub>2</sub>), ausencia de formación de hollín, etc.

Los estudios de los problemas de intercambiabilidad han conducido a agrupar a los gases de características próximas en familias, siendo los gases de cada familia intercambiables entre sí.

El método más utilizado para definir la intercambiabilidad es el método de Delbourg, que emplea dos parámetros: índice de Wobbe y potencial de combustión.

El índice de Wobbe se define como el cociente del poder calorífico de un gas y la raíz cuadrada de la densidad relativa del gas con respecto al aire. Según se utilice el PCS o el PCI se hablara de índice de Wobbe superior (Ws) o índice de Wobbe inferior (Wi).

Al intercambiar dos gases entre sí alimentándolos a la misma presión, la condición para que no varíe el gasto calorífico del quemador es que el valor del índice Wobbe sea el mismo en ambos gases.

Se dice por tanto que dos gases son intercambiables cuando tienen el mismo índice de Wobbe.

En función del valor de Ws se clasifican los gases en tres familias:

<b>Familias de gases y grupos</b>	<b>Índice de Wobbe superior a 15 °C y 1 013,25 mbar (MJ/m<sup>3</sup>)</b>	
	<b>mínimo</b>	<b>máximo</b>
Primera familia	19,13	27,64
Segunda familia	39,1	54,7
Tercera familia	72,9	87,3

#### 2.4.10 Odorización

La presencia de algunos gases combustibles es detectable por su olor característico, otros en cambio son prácticamente inodoros, este es el caso del gas natural, por lo que para poder detectar cualquier posible fuga se le añade en la fase de tratamiento y antes de su emisión a través de la red de tuberías, un compuesto químico que aun en pequeñas cantidades le dota de un olor penetrante y característico, desapareciendo el mismo cuando se produce la combustión del gas.

Para el gas natural se utiliza el THT (tetrahidrotiofeno), y para los GLP el etilmercaptano.

### 2.5 Reservas y Producción de Gas en el Perú

#### 2.5.1 Reservas de Hidrocarburos

Los estimados de reservas de petróleo, gas natural y líquidos de gas natural (LNG) que presenta la Dirección General de Hidrocarburos (DGH) Diciembre del 2005 es como sigue:

CLASIFICACION	HIDROCARBUROS LIQUIDOS (MMSTB)			GAS (TCF)
	TOTAL	PETROLEO	LGN	
Probadas	1078.3	382.9	695.4	11.9
Probables	732.4	438.1	294.3	6.8
Probadas + Probables	1810.7	821.0	989.7	18.7
Posibles	5802.2	5418.1	384.1	11.6
Probadas + Probables + Posibles	7612.8	6239.1	1373.8	30.4

Unidades MMSTB : Millón de barriles ( $10^6$  barriles)

TCF : Tera Pies Cúbicos (  $10^{12}$  Pies Cúbicos)

La siguiente Tabla presenta el resumen de las reservas obtenidas por zonas geográficas

Reservas		Probadas Desarrolladas	Total Probadas	Probadas + Probables	Probadas + Probables + Posibles
<b><u>Petróleo</u></b>					
Costa	MSTB	77,355.0	121,220.0	166,712.0	242,923.0
Zócalo	MSTB	50,851.0	78,126.0	95,798.0	1,499,651.0
Selva	MSTB	133,157.0	183,520.0	393,438.0	2,117,062.0
No operadas	MSTB	0	0	165,030.0	2,379,430.0
<b>Total</b>	<b>MSTB</b>	<b>261,363.0</b>	<b>382,866.0</b>	<b>820,978.0</b>	<b>6,239,066.0</b>
<b><u>Gas Natural</u></b>					
Costa	TCF	0.193	0.213	0.875	1.524
Zócalo	TCF	0.128	0.294	1.371	4.932
Selva	TCF	3.071	11.421	15.470	17.474
No operadas		0.000	0.000	1.030	6.428
<b>Total</b>	<b>TCF</b>	<b>3.392</b>	<b>11.928</b>	<b>18.746</b>	<b>30.357</b>
<b><u>Liquidos de Gas Natural</u></b>					
Costa	MSTB	0	0	0	0
Zócalo	MSTB	0	0	0	0
Selva	MSTB	221,302.0	695,392.0	949,700.0	1,065,220.0
No operadas	MSTB	0	0	40,000.0	308,540.0
<b>Total</b>	<b>MSTB</b>	<b>221,302.0</b>	<b>695,392.0</b>	<b>989,700.0</b>	<b>1,373,760.0</b>

Unidades MSTB : Miles de barriles (10<sup>3</sup> barriles)

TCF : Tera Pies Cúbicos ( 10<sup>12</sup> Pies cubicos)

### 2.5.2 Reservas de Gas Natural en el Perú

El siguiente cuadro muestra las reservas de gas natural en el Perú:

<b>Zona</b>	<b>Reservas en pies<sup>3</sup></b>	<b>Reservas en m<sup>3</sup></b>
Noroeste (Talara)	0,15 x 10 <sup>12</sup>	0,004 x 10 <sup>12</sup>
Zócalo Continental (Talara)	0,21 x 10 <sup>12</sup>	0,006 x 10 <sup>12</sup>
Aguaytía	0,40 x 10 <sup>12</sup>	0,011 x 10 <sup>12</sup>
Camisea (incluido Pagoreni)	13,50 x 10 <sup>12</sup>	0,385 x 10 <sup>12</sup>
TOTAL:	14,26 x 10 <sup>12</sup>	0,406 x 10 <sup>12</sup>

### 2.5.3 Influencia del desarrollo del Gas en el Perú

Las reservas de gas en el noroeste, cuyo volumen no es significativo, no se ha hecho un estudio profundo de esta zona. Lo que sí es necesario aclarar es que se trata de gas asociado y por lo tanto difiere al de Camisea, que es un gas no asociado. La producción de gas del noroeste se consume en esa misma zona.



La otra reserva de gas es la existente en el zócalo continental y que hasta la fecha no representa grandes volúmenes. Este yacimiento en el zócalo continental fue descubierto por Petrotech Peruana, en 1994, y también está constituido por gas asociado.

Las reservas de gas natural de Aguaytía están ubicadas en la selva central y en las proximidades de la ciudad de Pucallpa. El yacimiento de gas natural de Aguaytía constituye el primer desarrollo industrial y comercial de un campo de gas en el Perú.

El gas de Aguaytía fue descubierto en 1961 por la Mobil y luego revirtió al Estado hasta el año 1993 en que Maple Gas Corporation obtiene, en licitación, los derechos de explotación exclusiva por 40 años.

Maple Gas Corporation ha constituido la empresa Aguaytía Energy la cual ha efectuado las siguientes operaciones:

- Extracción del gas en volúmenes de 55 a 65 millones de pies<sup>3</sup>/día.
- Planta de procesamiento e instalaciones de fraccionamiento del GLP en volumen equivalente a 3800 barriles diarios.
- Se ha instalado, de Aguaytía a Pucallpa, un ducto de 210 km para el GN y otro de 112 km para el transporte de los líquidos de GN (LGN).
- Una central termoeléctrica de 160 MW que consume 36 millones de pies cúbicos por día. La energía eléctrica se envía por una línea de transmisión eléctrica a Paramonga, en la costa, con una longitud aproximada de 400 kilómetros.

Lo interesante, en la actualidad, es que el gas licuado de petróleo (**GLP**) de Aguaytía también llega a Lima, sin existir tubería alguna. Se traslada por intermedio de camiones tanques de GLP perfectamente acondicionados, que cruzan la cordillera y ya en su primer año de operación han transportado más de 15 millones de galones de GLP al mercado de Lima.

Resumiendo, la producción anual de los yacimientos de gas en el Perú, sin incluir Camisea, y de acuerdo a la información del Banco Central de Reserva, es la siguiente:

1989	22 466 x 10 <sup>6</sup> pies <sup>3</sup>
1990	21 916 x 10 <sup>6</sup> pies <sup>3</sup>
1991	20 386 x 10 <sup>6</sup> pies <sup>3</sup>
1992	18 387 x 10 <sup>6</sup> pies <sup>3</sup>
1993	15 820 x 10 <sup>6</sup> pies <sup>3</sup>
1994	9 527 x 10 <sup>6</sup> pies <sup>3</sup>
1995	9 425 x 10 <sup>6</sup> pies <sup>3</sup>
1996	8 768 x 10 <sup>6</sup> pies <sup>3</sup>
1997	8 530 x 10 <sup>6</sup> pies <sup>3</sup>
1998	14 432 x 10 <sup>6</sup> pies <sup>3</sup>

Las reservas de gas natural de Camisea representan el yacimiento más importante del país y su volumen nos coloca en cuarto lugar, en cuanto a reservas de gas, dentro de los países latinoamericanos (México, Venezuela y Argentina).

Estas reservas de gas de Camisea están ubicadas al lado oriental de la Cordillera de los Andes, en el departamento del Cuzco, en el valle del bajo Urubamba, provincia de La Convención, distrito de Echarate. En lo que respecta a cuencas, está en la parte sur de la cuenca Ucayali.

Los yacimientos de Camisea se encuentran sobre las riberas del río del mismo nombre y los principales se denominan San Martín y Cashiriari.

San Martín tiene una longitud de 25 Km y 5,5 Km de ancho y Cashiriari 35 Km de longitud y un ancho de 5 Km. La separación entre ambos es de 7 Km, aproximadamente.

Las reservas de gas in situ del campo gasífero de Camisea (incluyendo el último descubrimiento en Pagoreni) son de  $20,6 \times 10^{12}$  pies cúbicos, distribuidos en la siguiente forma:

San Martín	$4,4 \times 10^{12}$ pies <sup>3</sup>
Cashiriari	$12,2 \times 10^{12}$ pies <sup>3</sup>
Pagoreni	$4,0 \times 10^{12}$ pies <sup>3</sup>

Como reservas probadas, más probables, el Ministerio de Energía y Minas consideró, en el año 1998, la cantidad de  $10,8 \times 10^{12}$  pies<sup>3</sup> y estas reservas sólo comprenden las zonas de San Martín y Cashiriari. Adicionalmente el Ministerio estima unas **Reservas de Líquidos de Gas Natural** en estas dos zonas de 725 millones de barriles. La magnitud de solamente estas reservas de líquidos se puede cuantificar si recordamos que las reservas encontradas en la selva peruana en 1970 (Trompeteros) son de 400 millones de barriles de petróleo crudo; pero el otro aspecto que hay que tener presente es que esos líquidos de Camisea son productos parcialmente refinados y no un petróleo crudo, por lo que su valor es mucho más alto.

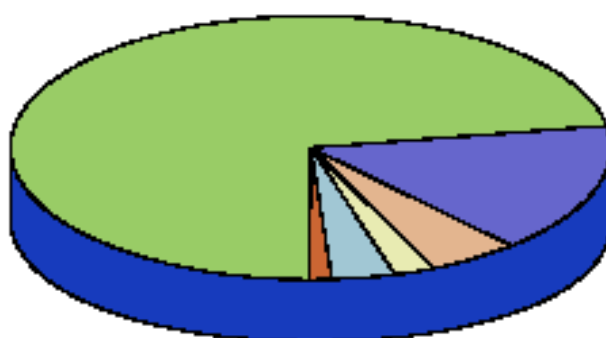
Se puede estimar, dentro de márgenes aceptables, que las reservas recuperables de gas natural en los campos gasíferos de Camisea y de líquidos del gas natural son:







Gas natural	$13,5 \times 10^{12}$ pies <sup>3</sup> ( $0,385 \times 10^{12}$ m <sup>3</sup> )
Líquidos de gas natural	750 millones barriles
Petróleo equivalente (total)	3 000 millones barriles *

Un barril de petróleo es igual a 6000 pies<sup>3</sup> de gas. Los  $13,5 \times 10^{12}$  pies<sup>3</sup> divididos entre 6000 es igual a 2250 millones de barriles.

Los hidrocarburos en Camisea se encuentran en estado gaseoso (gas natural no asociado). Las pruebas efectuadas con los condensados han determinado que poseen un importante porcentaje de propano, butano y condensados, lo cual le da un mayor valor comercial a los 50000 ó 60000 barriles de líquidos de gas natural que diariamente se extraerían.

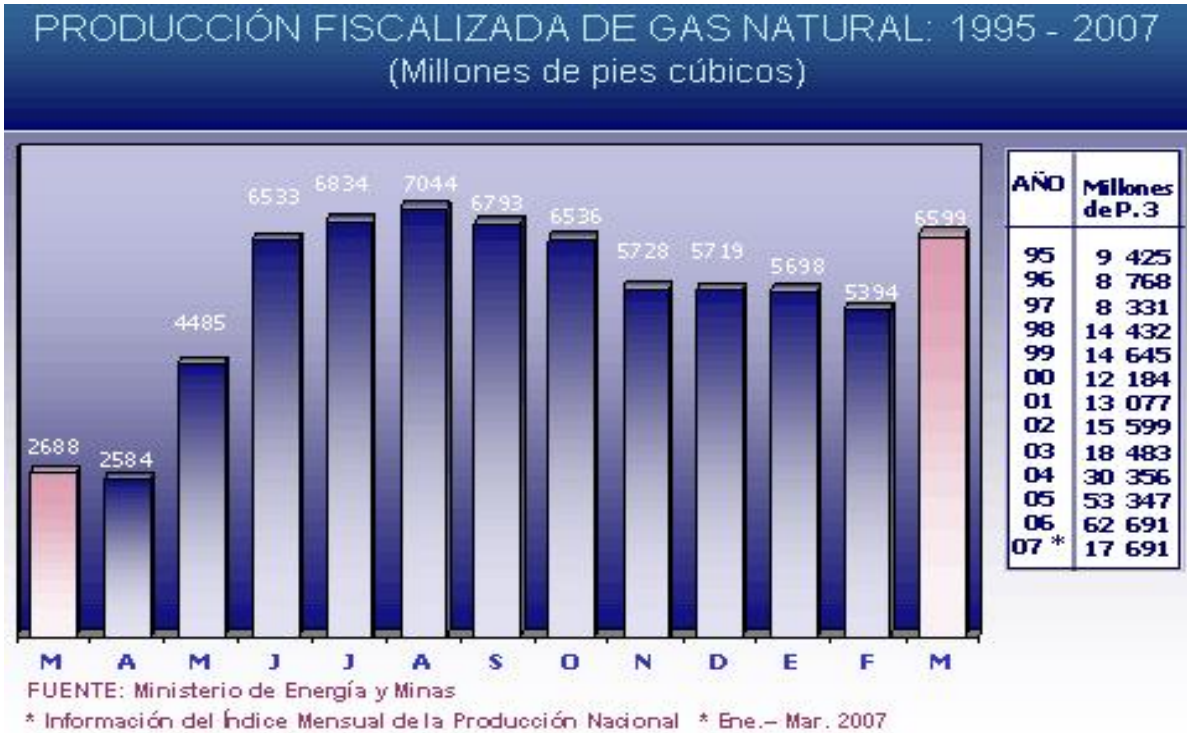
Por los estudios ya realizados se estima que el gas del megaproyecto de Camisea está constituido por:



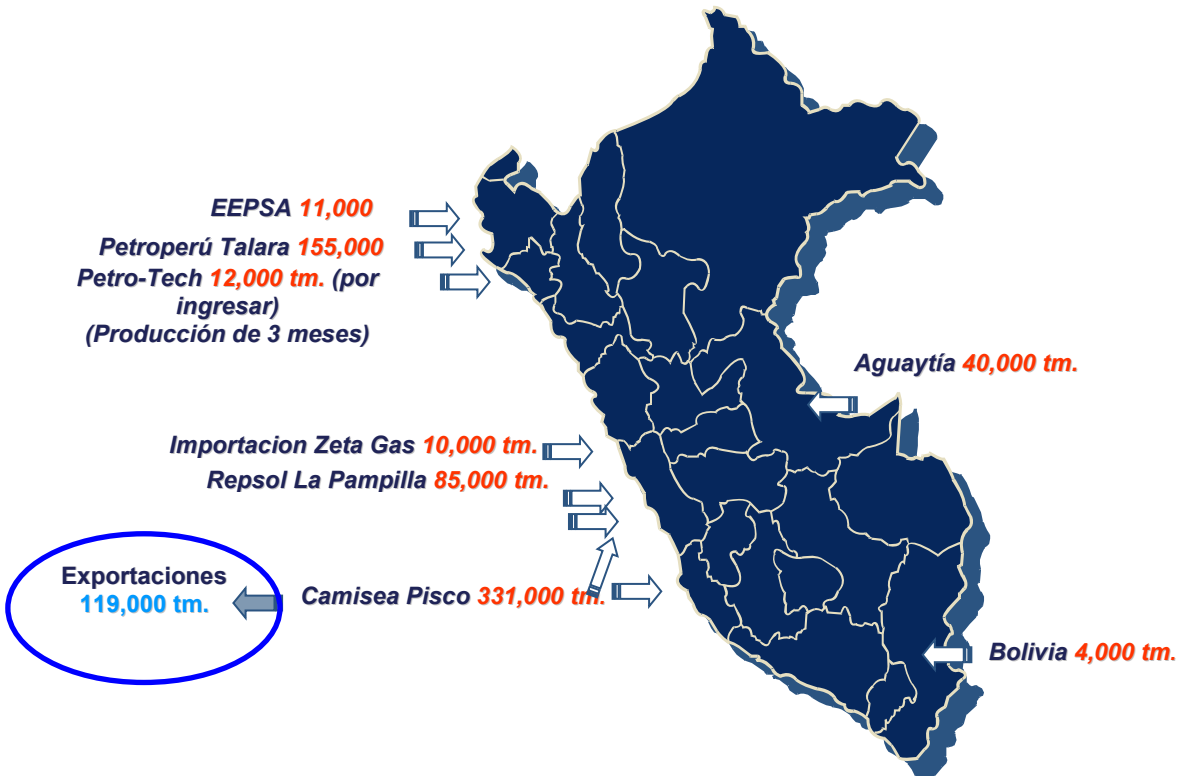
	Metano	80%
	Etano	10%
	Propano	4%
	Butano	2%
	Pentano	3%
	N + CO <sup>2</sup>	1%



### 2.5.4 Producción Nacional de Gas Natural



### 2.5.5 Producción Nacional de Gas Licuado de Petróleo



### 2.5.5.1 Mercado Nacional de GLP 2002-2009

<b>Producción</b> <b>Unidades = tm.</b>	<b>2,002</b>	<b>2,003</b>	<b>2,004</b>	<b>2,005</b>	<b>2,006</b>	<b>2,007</b>	<b>2,008</b>	<b>2,009</b>
Petroperú Talara	156,364	153,507	163,370	155,000	155,000	155,000	155,000	155,000
Relapasa	56,615	67,196	69,186	85,000	107,000	107,000	105,000	105,000
Eepsa	9,332	10,015	11,243	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000
Aguaytía	45,461	42,809	40,724	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000
Petro-Tech				12,000	50,000	50,000	50,000	50,000
Pluspetrol (Camisea)			118,162	450,000	450,000	550,000	550,000	600,000
<b>Total</b>	<b>267,772</b>	<b>273,527</b>	<b>402,685</b>	<b>753,000</b>	<b>813,000</b>	<b>913,000</b>	<b>911,000</b>	<b>961,000</b>

<b>Demanda Nacional</b>	521,998	566,695	595,268	661,000	727,000	797,000	862,000	933,000
(Incremento anual)		9%	5%	11%	10%	10%	8%	8%

<b>Importaciones</b>	254,226	293,168	234,183	14,000	4,000	4,000	4,000	4,000
<b>Exportaciones</b>	0	0	41,600	106,000	90,000	120,000	53,000	32,000

## CAPITULO III

### LEGISLACION Y NORMATIVIDAD

#### 3.1. Ley Orgánica de Hidrocarburos N° 26221

El Estado promueve el desarrollo de las actividades de hidrocarburos con participación de la inversión privada y en base a la libre competencia.

El Ministerio de Energía y Minas está encargado de elaborar, aprobar, proponer y aplicar la política del Sector, dictar las normas pertinentes y velar por el cumplimiento de la Ley; con funciones normativas, promotoras, concedentes y fiscalizadoras.

A través de la Dirección General de Hidrocarburos (DGH), el Ministerio de Energía y Minas cumple las siguientes funciones:

**Función Normativa:** Que tiene como objetivo mantener los reglamentos y las normas del subsector hidrocarburos debidamente actualizados, al ritmo de los cambios tecnológicos, sociales y económicos

**Función Concedente:** La DGH otorga concesiones y autorizaciones a las personas naturales o jurídicas que lo solicitan y cumplan con los requisitos exigidos para operar en el ámbito de los hidrocarburos.

**Función Promotora:** La DGH brinda información, facilidades y orienta a los inversionistas, usuarios y público en general; simplificando los procedimientos y las gestiones requeridas para desarrollar las actividades del subsector.

Las Funciones Promotora y Concedente en las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos están a cargo de PERUPETRO S.A., que en representación del Estado, negocia, firma y supervisa los contratos en materia de hidrocarburos.

La promoción de todas las demás actividades de hidrocarburos se encuentra a cargo de la DGH.

- La Función Fiscalizadora en las actividades de hidrocarburos está a cargo del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía (OSINERG).

### **3.2. Reglamentación del Gas Licuado de Petróleo**

#### **3.2.1. Reglamento para la Comercialización de Gas Licuado de Petróleo**

DECRETO SUPREMO N° 01-94-EM

CONCORDANCIA: D.S. N° 047-2003-EM, Art. 3

CONCORDANCIA : D.S. N° 043-2005-EM ( Información sobre precios de venta de combustibles)

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el Artículo 76 de la Ley N° 26221, Ley Orgánica de Hidrocarburos, establece que el transporte, distribución y comercialización de los productos derivados de los Hidrocarburos, se regirán por las normas que apruebe el Ministerio de Energía y Minas;

Que, en tal sentido, se hace necesario dictar las normas que garanticen un procedimiento adecuado, eficaz y oportuno, a fin de permitir que las actividades de transporte, distribución y comercialización del Gas Licuado de Petróleo, tengan los mecanismos que satisfagan el abastecimiento del mercado interno;

De conformidad con el inciso 11) del Artículo 211 de la Constitución Política del Perú;

DECRETA:

Artículo 1.- Apruébase el Reglamento para la Comercialización de Gas Licuado de Petróleo, el mismo que contiene, cinco (5) Títulos, seis (6) Capítulos y setenta (70) artículos, nueve (9) Disposiciones Complementarias y cinco (5) Disposiciones Transitorias.

Artículo 2.- El presente Decreto Supremo sólo podrá ser derogado, modificado o interpretado, total o parcialmente, por otro Decreto Supremo que expresamente se refiera a este dispositivo Legal.

Artículo 3.- Deróganse los Decretos Supremos N° 020-91-EM/VME y N° 033-93-EM, y todas las disposiciones que se opongan al Reglamento que se aprueba por el presente Decreto Supremo.

Artículo 4.- El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro de Energía y Minas y entrará en vigencia al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los diez días del mes de enero de mil novecientos noventa y cuatro.

Alberto Fujimori Fujimori  
Presidente Constitucional de la República

Daniel Hokama Tokashiki  
Ministro de Energía y Minas

### *Contenido*

Titulo I	Disposiciones Generales	Arts. 1 al 2
Titulo II	De los Organismos Competentes	Arts. 3 al 5
Titulo III	De los Requisitos para Comercializar Gas Licuado de Petróleo	Arts. 6 al 57
Capitulo I	Generalidades	Arts. 6 al 8

Capítulo II	De los requisitos para construir y operar plantas de producción, plantas de abastecimiento, plantas envasadoras, redes de distribución y locales de venta	Arts. 9 al 20
Capítulo III	De los requisitos para transportar Gas Licuado de Petróleo	Arts. 21 al 27
Capítulo IV	De la seguridad de las plantas de producción, plantas de abastecimiento, plantas envasadoras, medios de transporte y locales de venta	Arts. 8 al 33
Capítulo V	De las Normas de Calidad y procedimientos de control de gas licuado de petróleo	Arts. 34 al 42
Capítulo VI	Del sistema de comercialización de gas licuado de petróleo en cilindros y a granel	Arts. 43 al 60
Título IV	De los precios del gas licuado de petróleo	Arts. 61 al 63
Título V	De las infracciones, sanciones e instancias	Arts. 64 al 70

Disposiciones complementarias

Disposiciones transitorias

### **3.2.2. Reglamento de Seguridad para instalaciones y Transporte de Gas Licuado de Petróleo**

DECRETO SUPREMO N° 27-94-EM

CONCORDANCIAS: D.S. N° 063-2005-EM, Art. 7

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el Artículo 76 de la Ley N°26221, Ley Orgánica de Hidrocarburos, establece que la comercialización de productos derivados de los Hidrocarburos, se regirá por las normas que apruebe el Ministerio de Energía y Minas;

Que, en tal sentido, se hace necesario dictar las normas que establezcan los mecanismos para que mejoren las condiciones de seguridad existentes en las instalaciones y transporte de Gas Licuado de Petróleo;

De conformidad con el inciso 8) del Artículo 118 de la Constitución Política del Perú;

DECRETA:

**Artículo 1.-** Apruébase el Reglamento de Seguridad para Instalaciones y Transporte de Gas Licuado de Petróleo, que consta de diez (10) Títulos y ciento sesentiún ( 161) artículos, que forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

**Artículo 2.-** El presente Decreto Supremo sólo podrá ser derogado, modificado o interpretado, total o parcialmente por otro Decreto Supremo que expresamente se refiera a este dispositivo Legal.

**Artículo 3.-** Deróguese el Decreto Supremo N° 020-91-EM/VME y todas las disposiciones que se opongan a lo establecido en el presente Decreto Supremo.

**Artículo 4.-** El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro de Energía y Minas y entrará en vigencia al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los dieciséis días del mes de mayo de mil novecientos noventa y cuatro



Alberto Fujimori FujimoriI  
Presidente Constitucional de la República  
Daniel Hokama TokashikiI  
Ministro de Energía y Minas

## Contenido

Titulo I	Disposiciones generales
Titulo II	Organismo competente
Titulo III	Plantas envasadoras
Titulo IV	Locales de venta de gas licuado de petróleo en cilindros
Titulo V	Transporte de gas licuado a granel y en cilindros
Titulo VI	Instalaciones de gas licuado de usuarios
Titulo VII	Transferencia de gas licuado liquido
Titulo VIII	Del adiestramiento en instalaciones, manipuleo y uso
Titulo IX	De la fabricación, revisión, mantenimiento, reparación de cilindros
Titulo X	De las infracciones y sanciones

### **3.3. Reglamentación del Gas Natural**

#### **3.3.1. Marco legal para promover las Inversiones en Gas Natural**

La Ley Orgánica de Hidrocarburos, Ley N° 26221, ha creado un marco adecuado para atraer las inversiones hacia la producción, el transporte y la distribución de gas;

establece que las Concesiones pueden ser otorgadas a cualquier persona natural o jurídica que muestre capacidad técnica y financiera.

Las concesiones de transporte y distribución de gas son nuevas oportunidades de inversión, que requieren montos que podrían ser manejados por empresarios nacionales y que implicarán un efecto multiplicador importante.

### **3.3.2. De la Ley Orgánica de Hidrocarburos, Ley 26221, respecto a las actividades de Transporte y Distribución de Gas Natural :**

Para el Transporte por Ductos :

**Artículo 72°.-** Cualquier persona natural o jurídica, nacional o extranjera, podrá construir, operar y mantener ductos para el transporte de Hidrocarburos y de sus productos derivados, de acuerdo a un contrato de concesión para el transporte, que se otorgará con sujeción a las disposiciones que establezca el reglamento que dictará el Ministerio de Energía y Minas.

Para la Distribución de Gas Natural :

**Artículo 79°.-** La Distribución de Gas Natural por Red de Ductos es un servicio público. El Ministerio de Energía y Minas otorgará concesión para la Distribución de Gas Natural por Red de Ductos a entidades nacionales o extranjeras que demuestren capacidad técnica y financiera.

**Artículo 80°.-** En este artículo se establece que el Ministerio de Energía y Minas dictará el reglamento correspondiente.

### **3.3.3. Reglamentos Vigentes del Gas Natural**

- Reglamento de Transporte de Hidrocarburos por Ductos, D.S. N° 041-99-EM.

Modificatorias:

D.S. N° 054- 2001 – EM.

D.S. N° 044- 2003 – EM.

- Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos, D.S. ° 042-99-

EM. Modificatorias:

D.S N° 012-2001-EM.

D.S N° 042-2001-EM.

D.S N° 053-2001-EM.

D.S N° 015-2002-EM.

D.S. N° 003-2003-EM

### **3.3.4. Programa de Fortalecimiento Institucional y Apoyo a la Gestión Ambiental y Social del Proyecto Gas de Camisea en el BID**

El programa tiene como objetivo general velar por el riguroso cumplimiento de los compromisos ambientales y sociales adjudicados por los consorcios privados, así como las necesidades que emanan de la normatividad ambiental vigente, certificando una dirección ambiental óptima en el área de influjo directo del proyecto y aconsejar los

impactos indirectos a formarse durante la fase de construcción y que pueden seguir desarrollándose durante la etapa de operación.

Los planes específicos son:

- Asegurar el cumplimiento de los compromisos ambientales y sociales asumidos por los consorcios.
- Promover un manejo ambiental y social que ponga énfasis en la prevención, propiciando la aplicación de medidas correctivas que permita prevenir impactos indirectos durante la construcción del proyecto.
- Velar por las recomendaciones y observaciones vertidas en la supervisión y monitoreo de campo, evitando la fijación de sanciones de acuerdo a ley.
- Evaluar y seguir en forma continua el sistema de gestión ambiental y social aplicado por los consorcios.

### **3.4. NORMATIVIDAD**

#### **3.4.1. Normatividad del Gas Licuado de Petróleo**

##### **I. Normativa Local:**

- Las normas legales del sector son emitidas por la Dirección General de Hidrocarburos (DGH) del Ministerio de Energía y Minas. Las normas utilizadas son el Decreto Supremo No.27-94/EM: Seguridad para Instalaciones y Transporte de GLP y el Decreto Supremo No.01-94/EM: Comercialización de GLP.

- Las Normas Técnicas Peruanas (NTP) son propuestas por el INDECOPI. Para la caracterización del GLP (propiedades, análisis de calidad, etc.) se utilizan las familias de normas 321, entre ellas tenemos:
  - NTP321.007 Requisitos del GLP
  - NTP321.101 Método de Corrosión en Lámina de Cobre
  - NTP321.095 Determinación de Densidad por Termohidrómetro de Presión

## II. Normativa Externa:

- Para la fabricación de tanques es obligatorio el uso del Código ASME Sección VIII (División 1 o División 2). En caso de ser tanques importados se debe exigir el estampe ASME (estampe U) así como el Certificado emitido por un inspector acreditado. En caso de ser un tanque de fabricación nacional se debe certificar por un organismo acreditado ante Indecopi.
- Para el resto de los componentes de una instalación: aspectos de seguridad, redes de tuberías, reguladores, válvulas, etc. se debe seguir el Código NFPA No.58: Instalaciones de GLP en lo que la legislación nacional no establezca.

### 3.4.2. Normatividad del Gas Natural

#### 1. Terminología básica en la Industria del Gas Natural

NTP 111.001 Gas Natural Seco. Terminología Básica.

#### 2. Especificaciones y métodos de ensayo para la calidad del Gas Natural

NTP 111.002 Gas Natural Seco. Calidad.

NTP 111.003 Gas Natural Seco. Directrices para la toma de muestras.

NTP 111.004 Gas Natural Seco. Odorización.

NTP 111.005 Gas Natural Seco. Análisis de la composición por cromatografía.

NTP 111.006 Gas Natural Seco. Determinación del contenido de vapor de agua.

3. Suministro de Gas Natural para uso Industrial, Comercial y Residencial. Materiales, diseño, seguridad.

NTP 111.010 Gas Natural Seco. Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales.

NTP 111.011 Gas Natural Seco. Sistema de tuberías para instalaciones internas residenciales y comerciales.

4. Otras Normas

- NTP 342.052 : 2000 Cobre y Aleaciones de Cobre

Tubos redondos de cobre sin costura, para agua y gas.

- NTP 342.522- 1 al 20 : 2001 Cobre y Aleaciones de Cobre

En estas secciones del 1 al 20, se establecen los requisitos referentes a los Accesorios de unión para tubos de cobre tanto en pulgadas como en milímetros, esto tiene que ver con los Extremos para Soldaduras por Capilaridad, Uniones Simples, Codos, Reducciones, Tees, Tapones, etc.

- NTP 342.525:2002 Cobre y Aleaciones de Cobre

Tubos de cobre sin costura, tipo G, para instalaciones de gas natural y gases licuados de petróleo (GLP).

### **3.5. De la entidad Instaladora y Personal Competente**

**Certificación:** Procedimiento mediante el cual una organización designada por la entidad competente asegura por escrito que un producto, persona u organización cumple con los requisitos especificados.

**Instalador Registrado:** Persona natural o jurídica competente para poder ejecutar, reparar o modificar instalaciones internas de gas, y cuyo representante es una persona experimentada o entrenada, o ambos, en tal trabajo y ha cumplido con los requisitos de la entidad competente.

Para tal efecto ya esta aprobado el **Reglamento del Registro de Instaladores de Gas Natural**, que dentro de sus lineamientos podemos resaltar las Categorías del Registro de Instaladores, que son:

**IG – 1 .-** Habilita a construir, reparar y mantener cualquier tipo de instalaciones internas residenciales y/o comerciales de gas natural, hasta un consumo de 50,000 Kcal/h (200,000 Btu/h).

El requisito para la obtención de esta categoría es `poseer Titulo a nombre de la Nación de Técnico en Instalaciones de gas Natural otorgado por entidad de formación técnica reconocida por el Ministerio de educación.

**IG – 2 .-** Habilita a construir, reparar y mantener cualquier tipo de instalaciones internas residenciales y/o comerciales de gas natural sin limite de consumo, y también resaltar que la persona que se encuentra registrada en esta categoría, esta facultada para realizar las actividades de la categoría IG-1.

La persona tiene que poseer el grado de Bachiller de Ingeniería Mecánica y/o afines y contar con los conocimientos teórico-práctico del tema.

**IG – 3 .-** Habilita a diseñar, construir, reparar y mantener cualquier tipo de instalaciones internas residenciales, comerciales y/o industriales de gas natural, y también resaltar que la persona que se encuentra registrada en esta categoría, esta facultada para realizar las actividades de la categoría IG-1 e IG-2.

Asimismo, habilita a construir, reparar, mantener o modificar Instalaciones de gas natural vehicular (Gasocentros de GNV)

La persona tiene que poseer el grado de Bachiller de Ingeniería Mecánica y/o afines y contar con los conocimientos teórico-práctico de gas natural.



## **CAPITULO IV**

### **MATERIALES, EQUIPOS Y ARTEFACTOS**

#### **4.1. Distribución Interna**

##### **4.1.1. Redes de Gas**

La distribución del Gas en una instalación se realiza a través de un conjunto de tuberías que enlazan a los centros de almacenamiento para el caso del GLP y a las troncales para el Gas Natural con los puntos de consumo. El diámetro de las tuberías va a ser uniforme o variable de acuerdo con las longitudes de aquéllas y del caudal de gas a transportar. Los materiales que se emplean son:

- Polietileno (PE): Se trata de una materia plástica obtenida mediante la polimerización del etileno en condiciones especiales de presión y temperatura, con la presencia de catalizadores.
- Cobre: Es un metal inalterable en presencia de aire seco, pero que con la humedad se recubre de una capa de carbonato básico que lo protege de posteriores ataques, siendo la tubería a emplear del tipo L .
- Acero: El tipo de acero que se usa para estas tuberías es acero estirado. Las canalizaciones enterradas se protegen contra la corrosión externa mediante un revestimiento continuo a base de brea, materias plásticas u otros materiales.

#### 4.1.2. Materiales Permitidos por la NTP

Según la NTP 111.011 en las instalaciones internas domiciliarias y comerciales se utiliza tuberías de cobre.

Según la NTP 111.010 en las instalaciones internas industriales se pueden utilizar los siguientes tres materiales: acero, cobre y polietileno (PE).

#### 4.1.3. Ventajas y Desventajas de la Tubería

TUBERIAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Polietileno	<ul style="list-style-type: none"><li>- Es económico.</li><li>- Fácil de soldar.</li><li>- Menores costos en instalación, mantenimiento y operación.</li><li>- Facilidad de instalación y manipuleo.</li><li>- No es atacada en ninguna forma por la corrosión.</li><li>- Resistente a movimientos sísmicos.</li><li>- Vida útil, mínimo 50 años a 20°C.</li><li>- Es seguro.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Sólo se usa para presiones inferiores a 6 Bar.</li><li>- Es recomendable para lugares en donde la temperatura es menor a 50°C.</li><li>- No puede estar al aire libre, debe ser enterrado.</li></ul>
Acero	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se puede usar para presiones medias y altas.</li><li>- Fácil de soldar.</li><li>- Puede estar al aire libre.</li><li>- Facilidad de instalación y manipuleo.</li><li>- Larga vida útil.</li><li>- Resistentes a altas temperaturas.</li><li>- Es seguro.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Mayor costo</li><li>- Mayores costos de construcción y mantenimiento.</li><li>- Requiere de revestimiento y protección catódica.</li></ul>
Cobre	<ul style="list-style-type: none"><li>- Fácil de soldar.</li><li>- Requieren de menor mantenimiento.</li><li>- Larga vida útil.</li><li>- Son compactas y de menor peso.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Sólo se puede usar para presiones inferiores a 6 Bar.</li><li>- Mayor costo.</li></ul>

## **4.2. Tubería de Cobre**

Son de un grado de pureza de hasta 99,9%, resistentes a la corrosión. Recomendables para instalaciones expuestas a la intemperie pero sin peligro de esfuerzo mecánico.

Puede emplearse para gases de las tres familias. La presión de utilización dependerá del tipo de soldadura con que se unan los tubos. Con soldadura blanda, hasta 0,050 atmósferas, y con soldadura fuerte, hasta 4 atmósferas. Las tuberías de cobre también se usan en las instalaciones industriales, normalmente cuando las presiones son inferiores a 6 bar y se recomienda su uso en instalaciones aéreas o visibles. Solo podrán empotrarse tramos de 0,40 m, como máximo, para salvar un obstáculo o tener acceso a una llave.

Los metales de la familia del cobre evitan la propagación de las llamas, impidiendo que se extiendan por encima de cielos y paredes, o por debajo del piso. Evitan, también, la propagación de las llamas de un piso a otro. Tampoco se descomponen por el calor, inhibiendo la producción de gases altamente venenosos.

### **4.2.1. Tipos de Tuberías de Cobre**

Existen básicamente dos tipos de tuberías de cobre:

1. Tuberías de cobre rígido: se presentan en forma de barras rectas cuyas longitudes varían entre 4 y 6 metros.
2. Tuberías de cobre blando o recocido: se venden en rollos de 15 á 50 metros. Es un material mucho más moldeable.



Las tuberías de cobre, en barras rectas, se suministran sin recocer, es decir, en estado de temple duro. Esto le permite a las tuberías adquirir:

- Buena rigidez
- Excelente resistencia al impacto, y
- Perfecta estética a su instalación.

La longitud corriente en que se encuentran es de 6 m.

En el comercio existen 4 tipos de tuberías en barras rectas: tipo **K**, tipo **L**, tipo **M** y tipo **DWV**.

Las tuberías de cobre, suministradas en rollos, tienen normalmente una longitud de 18 metros. En caso de sobrepedido puede tener una longitud mayor.

Los rollos se entregan, en general, en estado recocido. En algunos casos de sobrepedido especial, los rollos pueden ser entregados en estado semiduro. En el estado recocido o ligeramente duro, la tubería de cobre en rollo es fácilmente curvable, siempre que no se

le exponga a curvas pronunciadas. Esto se puede realizar sin necesidad de herramientas de curvado.

Las tuberías comerciales de cobre usadas en gasfitería tanto para instalaciones de agua como para las de gas (GLP o gas natural) son denominadas tipo K, L, M y se fabrican según los requerimientos de la norma ASTM B88.

**Según el tipo de tubo de cobre, a iguales diámetros tienen distintos pesos y espesores de pared, por metro lineal.**

TIPOS DE CAÑERÍA	DIAMETRO NOMINAL	ESPESOR DE PARED (mm)	PESO (Kg /m ) METRO LINEAL
K	1 1/4"	1.65	1.537
L	1 1/4"	1.40	1.314
M	1 1/4"	1.07	1.390
DWV	1 1/4"	1.02	0.968



#### 4.2.1.1. Tubería Tipo K

Código de Color	Norma	Sistema de Unión
Verde	ASTM-B 883	Soldadura capilar

#### Aplicaciones

- Servicios subterráneos de presión e instalaciones para gas licuado.
- Para presión de trabajo superior a 1,4 kg/cm<sup>2</sup> - 20 Lb/pulg<sup>2</sup>

- Transporte de vapor, oxígeno, lubricantes, calefacción, gas natural, combustible.
- Servicios de agua a grandes presiones

#### 4.2.1.2. Tubería Tipo L

Código de Color	Norma	Sistema de Unión
Azul	ASTM-B 88	Soldadura capilar

##### Aplicaciones

- Gasfitería en general
- Tomas domiciliarias
- Riego de jardines
- Protección contra incendio
- Drenaje de lluvias o nieve derretida
- Sistemas de energía solar
- Líneas principales de edificios de gran altura
- Instalaciones sanitarias y redes de agua potable (fría y caliente)
- Instalaciones de vapor o gas natural o licuado en baja y media presión (hasta 1,4 kg/cm<sup>2</sup> - 20 Lb/pulg<sup>2</sup>)
- Aplicaciones industriales a la intemperie, empotradas o enterradas

#### 4.2.1.3. Tubería Tipo M

Código de Color	Norma	Sistema de Unión
Rojo	ASTM-B 88	Soldadura capilar

##### Aplicaciones

- Riego de jardines
- Gasfitería en general

- Sistemas de energía solar
- Protección contra incendio
- Drenaje de lluvias o nieve derretida
- Calefacción basada en paneles solares
- Líneas interiores de calefacción o presión de menor exigencia
- Redes de agua fría y caliente para casas habitación de interés social y residencial, edificios habitacionales y comerciales

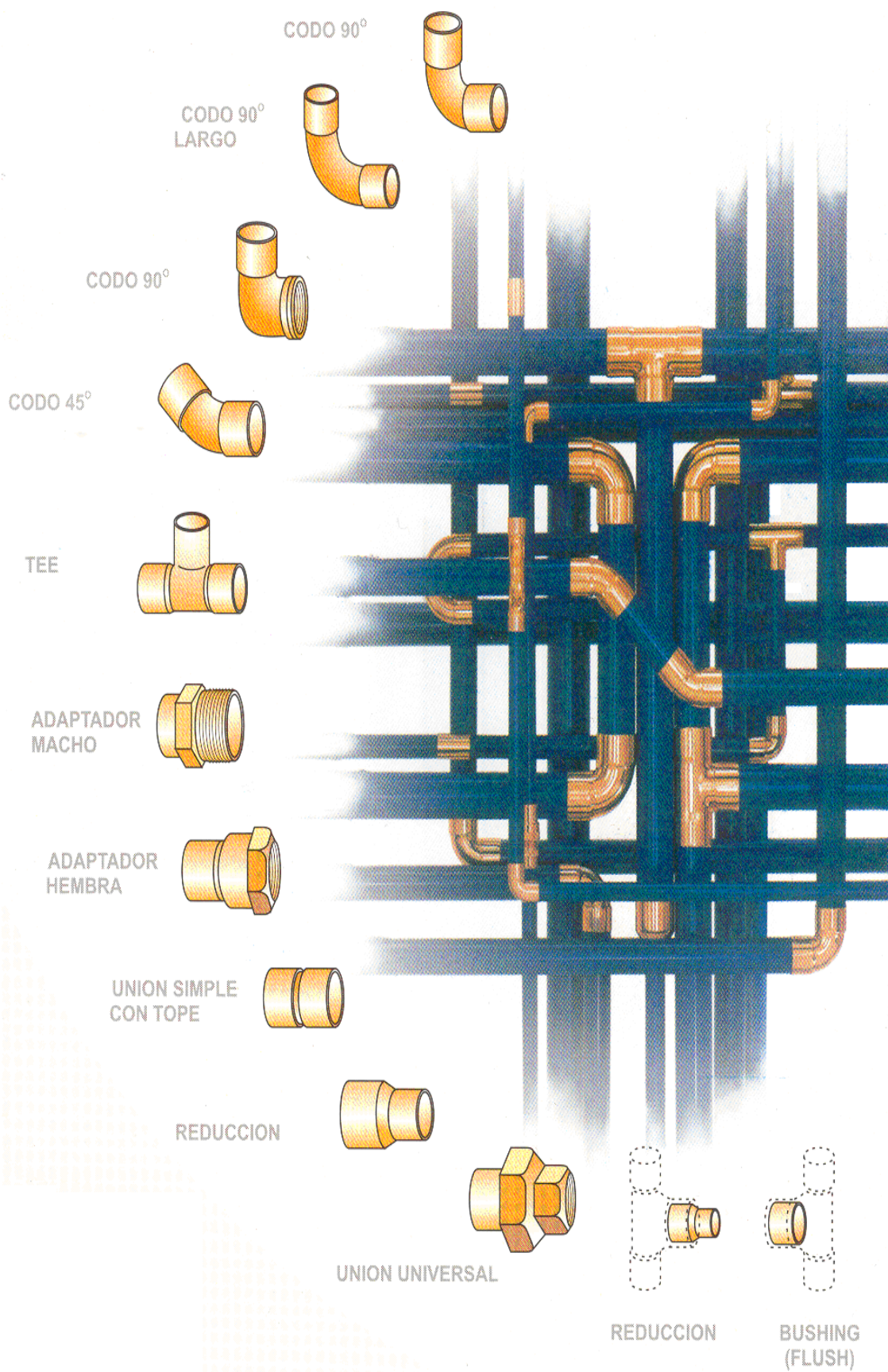
#### **4.3. Accesorios de Cobre para Tuberías de Gas**

Respecto a las conexiones que se utilizan en las instalaciones de gas L.P. o gas natural es necesario uniformizar el nombre técnicamente correcto de las conexiones, conocerlas por su forma y material, y tener presente los diámetros exactos en que se fabrican.

La denominación correcta de las conexiones en forma general, puede desglosarse como sigue:

- Codo
- Cruces
- Bushing o reducción campana
- Tee o conexión TE
- Tapón hembra
- Tapón macho
- Copla o unión simple
- Adaptador
- Reducción
- Unión universal







#### 4.3.1 Codo

Se llaman codos a aquellos accesorios que, por su forma, se emplean para desviar el sentido de conducción de una tubería.

En las instalaciones se usan mayormente los codos de 90° y en algunas instalaciones los de 45°.

Cuando son codos con rosca en un extremo (NO SE FABRICAN CON ROSCA EN AMBOS EXTREMOS), se les conoce como codos de cobre con rosca interior (hembra) o exterior (macho), según el caso.



*CODO SO SO*



*CODO SO HE*



*CODO SO HI C/SOPORTE*



*CODO HI HI*



*CODO HE HI*



*CODO SO SO C/SOPORTE*

#### 4.3.2 Cruces o Cruceta

Se denominan cruces a los accesorios que, dada su función, tienen la forma de una cruz.

Los ángulos de este accesorio son rectos.

Las cruces son utilizadas para sacar dos arranques en un mismo punto de una tubería.

Las cruces, por lo general, se fabrican con diámetros iguales.



CRUZ SO SO SO

#### 4.3.3 Bushing

Los bushings son aquellos accesorios que permiten reducir o cambiar el diámetro a la cañería de una instalación.

Se fabrican de un solo tipo, pero de diferentes diámetros con rosca interior y exterior.



BUSHING HE HI

#### 4.3.4 Tee

Se denomina tee a un accesorio que tiene la forma de la letra T.

Estos accesorios permiten una derivación a 90°.

Sirven las tees para alimentar a un conjunto de artefactos, como los de la sala de baño, o a los artefactos en forma individual o a la grifería en general.

Debido a su diversidad a medidas, principalmente en las tres bocas, se les clasifica como sigue:



TEE SO SO SO



TEE SO SO HI



TEE HI HI HI

#### 4.3.5 Tapón Hembra

Llamado también tapa gorro, se emplea cuando se necesita dejar pendiente una conexión de una tubería a otra, o de un artefacto.

Con este accesorio se tapan las conexiones que quedan abiertas.

Existen tapas hembra fundidas o estampadas de cobre.



TAPA GORRO HI



TAPA GORRO SO

#### 4.3.6 Tapón Macho

Se denomina tapón macho al accesorio que tiene rosca exterior y un dado para tomarlo con la llave.

Conocido también como tapa tornillo, se emplea para tapar un punto donde se encuentra un accesorio con rosca interior.



*TAPON MACHO HE*

#### 4.3.7 Copla

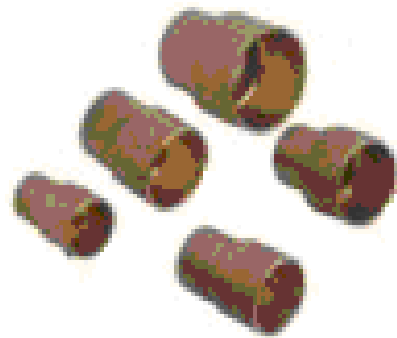
Llamado también unión simple, manguito o cople, son accesorios que se usan para empalmar (unir) tuberías en línea recta.



*COPLAS SO SO*

#### 4.3.8 Adaptador

Permite unir tuberías, pudiendo llevar rosca (hembra o macho) en un extremo. Si no lleva rosca, conecta a las tuberías por su diámetro interno y externo respectivamente.



#### 4.3.9 Reducción

Es semejante a un cople, pero tiene sus dos extremos con bocas de diámetros diferentes.

#### 4.3.10 Unión Universal

Llamada también unión americana, es una tuerca de unión que se usa para cerrar sistemas y cuando hay que conectar tubos que hayan de desmontarse ocasionalmente.

Estas piezas no necesitan la preparación previa de los extremos de los tubos que van a unir.

La hermeticidad se consigue por la compresión directa de una junta de material plástico, estopa, caucho, o hasta un anillo de plomo, cobre o latón, sobre la superficie del tubo.



#### 4.4. Válvulas

Después de seleccionar una válvula para cierta aplicación particular, no ha concluido la labor del ingeniero. Hay que analizar los requisitos del servicio para tener instalación, operación y mantenimiento correctos.

La frase que encabeza este apartado fue escrita por Harold Templeton, Ingeniero consultor en diseño de válvulas, lo cual nos permite darnos una idea de la amplitud que abarca los temas de ingeniería relacionados con válvulas.

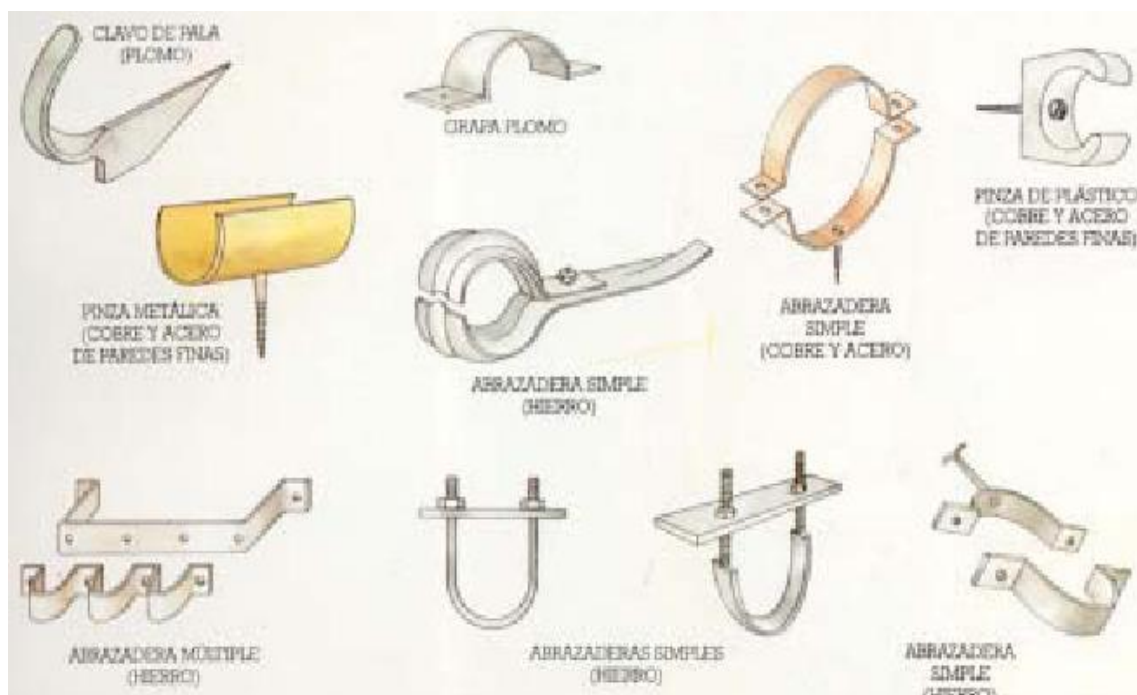
#### 4.4.1 Válvula de Bola

Aunque las válvulas de bola se han utilizado desde hace mucho tiempo, solo en los últimos 15 años su aceptación se ha hecho grande. Esto se debe a los adelantos en la tecnología de los elastómeros y plásticos y al perfeccionamiento de maquinas herramientas que puedan producir las bolas en serie.



#### 4.5. Anclajes

Los anclajes de una tubería a las estructuras de la edificación, son las partes de la instalación que mayor esfuerzo mecánico reciben y la estabilidad final del arreglo de ductos depende de la buena selección de estos elementos. La Figura y el cuadro siguientes proporcionan una guía para esta selección.



#### **4.6. Tubería de Acero**

Puede emplearse para gases de la primera y segunda familia. Para la tercera familia sólo podrá utilizarse el acero estirado. Las uniones deberán realizarse mediante soldaduras o uniones metálicas. Podrán utilizarse en instalaciones visibles, enterradas y empotradas. Actualmente las instalaciones de aprovechamiento a base de tuberías galvanizadas cédula 40, están supeditadas a condiciones económicas.

Las tuberías de acero se pueden instalar en toda la red de distribución e instalaciones dentro de la industria. No obstante, por su costo normalmente se utilizan en las instalaciones que van de la estación de regulación hasta el aparato de consumo. Las tuberías de acero siempre deben ser protegidas contra la corrosión.

Se utiliza Tubería de Acero cédula 80 para la interconexión del tanque de GLP a la red de consumo.

Tubería negra y galvanizada con o sin costura según ANSI/ASME B 36.10, ASTM A 53 o ASTM A 106.

En las redes de distribución de gas a alta presión se debe utilizar tubería de acero fabricada de acuerdo con las normas API 5L, ASTM A134, ASTM A135, ASTM A139, ASTM A333, ASTM A381, ASTM A671 o ASTM A672, según corresponda.

#### **4.7. Tanques de Almacenamiento de GLP**

Son recipientes destinados a contener GLP en estado líquido bajo presión. Están fabricados de acero y se diseñan y construyen de acuerdo a lo establecido en el Código ASME Sección VIII (División 1 o 2), están formados por dos fondos o tapas, que pueden ser de forma semi-elíptica o semi-esférica.

En el interior del tanque coexisten la fase líquida y la fase gaseosa, estando el caudal máximo que puede aportar en función a su capacidad de vaporización.

Un tanque lleva válvulas y componentes necesarios para su utilización. Dispone de distintos elementos de soporte y sujeción sobre su superficie para su cimentación como su traslado, descarga y colocación en su emplazamiento. En función de que su futura ubicación sea aérea o soterrada, sus características internas serán distintas.

#### **4.7.1. Tanques Aéreos**

Los tanques aéreos son depósitos situados al aire libre, cuya generatriz inferior se encuentra por encima del nivel del terreno. Estos depósitos se protegen con base anticorrosiva y pintura epóxica blanca reflectante. Debe llevar signos de seguridad como “Gas Combustible No Fumar”, y los rombos de seguridad que establece la reglamentación vigente.

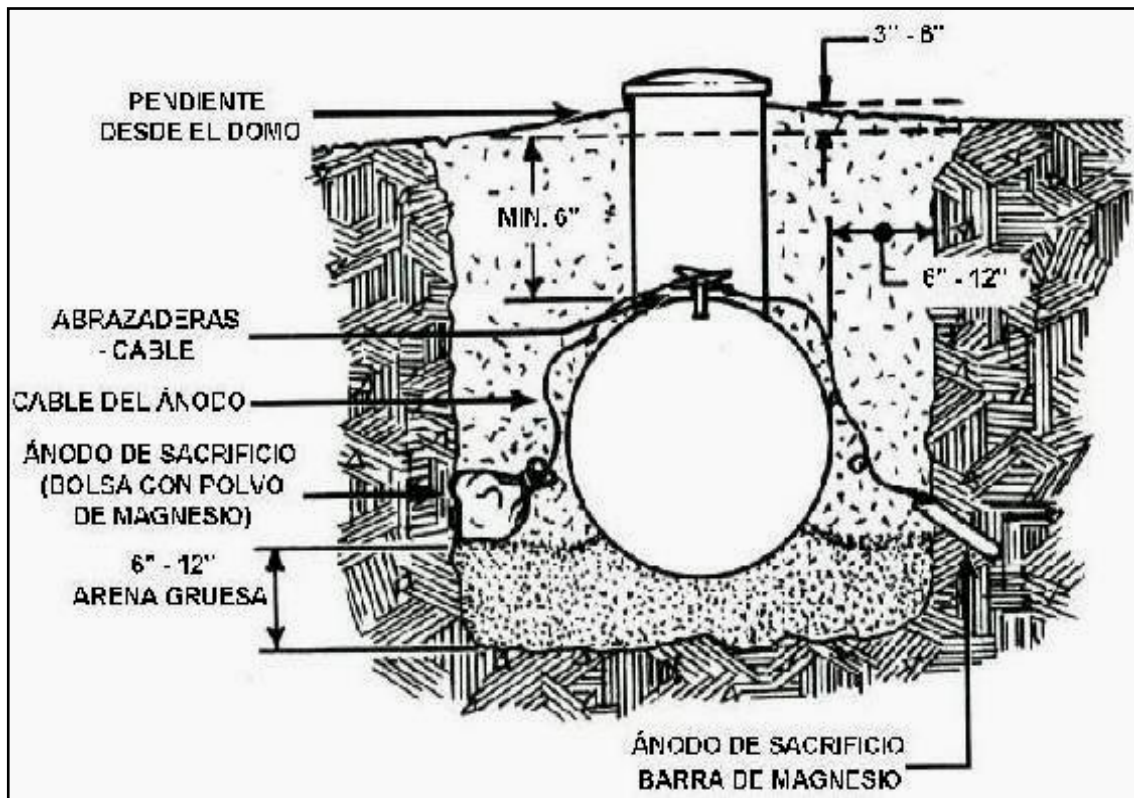




#### 4.7.2. Tanques Soterrados

Los tanques soterrados o enterrados pueden estar completamente por debajo del nivel de suelo o por encima (semisoterrados) en cuyo caso estarán monticulados (sistemas “mounded”) por una cubierta de material noble. El elemento con el cual se rellenan las fosas para estos tanques es arena lavada de río para reducir el efecto de la corrosión, en cualquier caso se deberá diseñar el sistema de protección catódica adecuado. La ubicación de los accesorios difiere por tanto de la de los tanques aéreos.



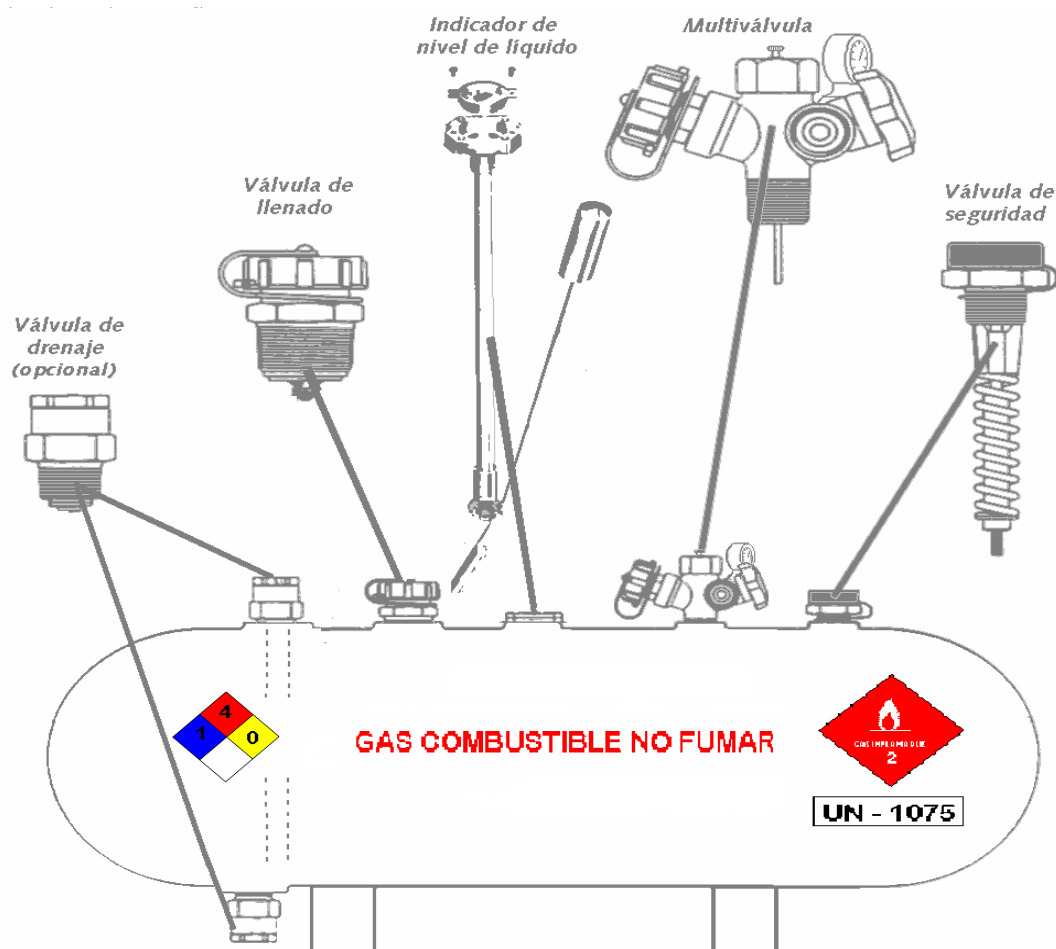


#### 4.7.3. Partes de un Tanque

**Cuerpo y casquete:** Esta formado por un cilindro de acero con una costura de soldadura longitudinal, cerrado en los extremos por dos casquetes soldados.

**Soportes y bases:** Son 04 piezas de metal soldadas en la parte inferior del tanque, cuya finalidad es mantener el tanque fijo en el lugar y a su vez separado del piso evitando el contacto con la humedad. Para mayor seguridad y protección los soportes del tanque se apoyan en bases de concreto obteniendo a su vez mayor firmeza y estabilidad.

**Capuchón de protección:** Es una pieza que sirve para proteger los accesorios del tanque de golpes, intemperie e intromisión, tiene forma de casquete y esta sujeto al tanque por un eje horizontal o bisagra que permite tener acceso a la multiválvula.



#### 4.7.4. Accesorios de Tanques de GLP

1. Multiválvula, formada por las siguientes partes :
  - Válvula de llenado, es por donde se llena el tanque. Tiene incorporada a su vez dos válvulas de retención que no permiten el ingreso de líquido.
  - Válvula de Servicio, sirve para entregar el gas al consumo del usuario.
4. Válvula de retorno de Vapor, iguala las presiones entre el tanque estacionario y el camión granelero, para facilitar el llenado del tanque.



4. Indicador de nivel fijo, Consiste en un tubo de profundidad fijo con una válvula de purga, que al despedir gas líquido lo vaporiza y condensa la humedad del aire en forma de neblina, constituyendo esta un aviso visual de que el tanque ha alcanzado su porcentaje máximo de llenado.
4. Manómetro, indica la presión interna de vapor del gas del tanque.
4. Indicador de Nivel Magnético o Flotante.- Instrumento que consiste en un imán conectado a un flotante, el cual al rotar acciona una aguja magnética en un dial externo, y sirve para conocer el contenido del gas líquido en un tanque en términos porcentuales.
4. Válvula de Seguridad .- Se ubica en el extremo superior del tanque y en contacto directo con la zona de vapor. Se encuentra ubicada en ese lugar para que en caso de liberación del gas por sobrepresión, el escape no sea obstaculizado por ningún elemento.





#### 4.8. Reguladores de Presión

Los reguladores de presión son dispositivos destinados a reducir la presión de alimentación y mantener la presión de salida constante, en un valor nominal predeterminado, dentro de ciertos límites especificados.



## Clasificación de los Reguladores de Presión

Los Reguladores, de acuerdo con la posición que ocupan en la instalación, se pueden clasificar en tres tipos, de acuerdo a lo siguiente:

- Reguladores de Primera Etapa.
  - Reguladores de Segunda Etapa.
  - Reguladores de Etapa única o también llamados de Doble Etapa.
- 
- **Reguladores de Primera Etapa**

Son aquellos que están instalados directamente a la presión del tanque, además de entregar una cierta cantidad de energía, reducen la presión de salida del tanque (alta presión) a un valor constante que se encuentra entre 5 y 35 psi (media presión) dependiendo del tipo de instalación. Se caracterizan por ser de color rojo mayormente.



*Figure 1. R522H Series First-Stage Regulator*



*Figure 1. 627 Series Commercial/Industrial Regulator*

- **Reguladores de Segunda Etapa**

Son aquellos que reducen la presión de la red de GLP de Media Presión a Baja Presión. El rango de entrega de presión a la salida de estos reguladores está entre 9" y 13" H<sub>2</sub>O (pulgadas de columna de agua). Por lo general son de color verde.



*Figure 1. R312 Series Second-Stage Regulator*



*Figure 1. R522E Series 2-PSI Service Regulator*



*Figure 1. R422 Series Second-Stage Regulator*

- **Reguladores de Etapa única o doble etapa**

Regulador del tipo compacto, diseñado para reducir directamente la presión del tanque o envase hasta una presión de 11" H<sub>2</sub>O. Por lo general son de color plomo, pudiendo variar dependiendo de la marca. Se les reconoce por ser de color Plomo.



Figure 1. R332 Series Integral Two-Stage Regulator



Figure 1. R532 Series Integral Two-Stage Regulator

#### ■ Modelos de Reguladores

A continuación podemos apreciar los modelos de Reguladores para GLP, de 1ra etapa, de 2da etapa, y los de dos etapas, más comunes en nuestro medio.

**Tabla 4.1 Reguladores REGO**

REGULADOR TIPO	MODELO	Capacidad BTU's Hora Propano	Escala de Presión de salida	Presión de salida
Primera Etapa	LV3303TR	1,500,000	10 Psig	10 Psig
	LV4403SR Series	2,500,000	1 – 5 Psig	5 Psig
	LV4403TR Series	2,500,000	5 – 10 Psig	10 Psig
Segunda Etapa	LV4403B Series	935,000	9 – 13 “C.A	11”C.A
	LV5503B4 / B6	1,600,000	9 – 13 ”C.A	11”C.A
	LV5503B8	2,300,000	9 – 13 ”C.A	11”C.A
	LV6503B Series	8,000,000 y 9,750,000	8.5 -14 ”C.A	11”C.A
Segunda Etapa 2 PSIG	LV4403Y Series	1,000,000	2 – 10 Psig	2 Psig
	LV5503Y Series	2,200,000	2 – 10 Psig	2 Psig
Doble Etapa Incorporada	LV404B23 / 29	200,000	9 – 13 “C.A	11”C.A
	LV404B4 / B9 Series	525,000	9 – 13 “C.A	11”C.A



**Tabla 4.2 Reguladores FISHER**

<b>REGULADOR TIPO</b>	<b>MODELO</b>	<b>Capacidad BTU's Hora Propano</b>	<b>Escala Presión salida Psig (bar)</b>	<b>Presión de salida Psig (bar)</b>
Primera Etapa	Fisher 64-35	3,600,000	5-35 (0,35-2,41)	20 (1,38)
	Fisher 64-36	4,150,000	30-60 (2,07-4,14)	40 (2,76)
	Fisher 67CH-751	675,000	3-20 (0,21-1,4)	15 (1,0)
	Fisher 67CH-743	750,000	3-35 (0,21-2,4)	20 (1,4)
	Fisher 627-5810	6,080,000	5-20 (0,35-1,4)	10 (0,69)
	Fisher 627-6210	10,755,000	5-20 (0,35-1,4)	10 (0,69)
Segunda Etapa	Series S302G	5,200,000 y 5,500,000	(15-35) mbar	27mbar
	Series S202G	10,200,000 y 21,600,000	(22-45) mbar	27 mbar
	R222-BAF	450,000	(24-32) mbar	27 mbar
	Series R 622	875,000 y 1,400,000	(22-32) mbar	27 mbar
De Servicio de 2 PSI	R622E-BCH	1,250,000	(0,069-0,17) bar	0,14 bar
	R622E-DCH	1,500,000	(0,069-0,17) bar	0,14 bar
De dos etapas Integrales	Serie 232	350,000	(24-32) mbar	27 mbar
	Serie 632	700,000 y 750,000	(22-32) mbar	27 mbar

**Tabla 4.3 Reguladores de 2da Etapa BRIFFAULT**

<b>TIPO</b>	<b>Capacidad Btu/h</b>	<b>Rango Presión Salida</b>	<b>Presión Salida Fija</b>
RB 150 Briffault GLP / Gas Natural	280,000	150 mbar	150 mbar
RB 37 Briffault GLP	200,000	37 mbar	37 mbar
RB 27 Briffault GLP	200,000	27 mbar	27 mbar

#### 4.9. Medidores de Gas

Se llama medidor al instrumento colocado en el empalme, destinado al registro del consumo de gas en m<sup>3</sup>, o de otras magnitudes que configuren el suministro.

En general se conocen dos tipos de medidores:

- Los de menor capacidad se pueden considerar como medidores de uso doméstico.
- Los de mayor capacidad se incluyen en el tipo de medidores industriales.

Pero para nuestros fines utilizaremos los denominados de menor capacidad



El medidor mas usado para GLP en instalaciones domiciliarias es:

Marca	Procedencia	Presión Máxima	Rango Caudal m <sup>3</sup> /h
Elster Amco BK-G4	Argentina	1 Bar	0,040 - 6
Elster Amco BK-G 1,6	Mexico	0.1 Bar	0,016 – 2,5

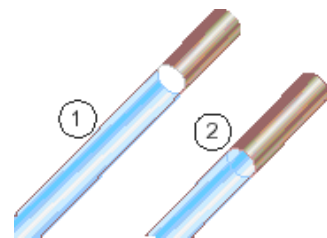
#### 4.10. Soldadura

Capilaridad : Se entiende por capilaridad a una serie de fenómenos que se producen en los tubos de pequeña sección.

En tales tubos la superficie del líquido no es plana. Si el tubo es de sección circular, la superficie del líquido adopta la figura de un casco esférico, con la concavidad hacia arriba o hacia abajo.

En la figura se aprecian dos tubos de sección reducida.

En el tubo 1, la concavidad de su superficie es hacia arriba y en el tubo 2, es hacia abajo.

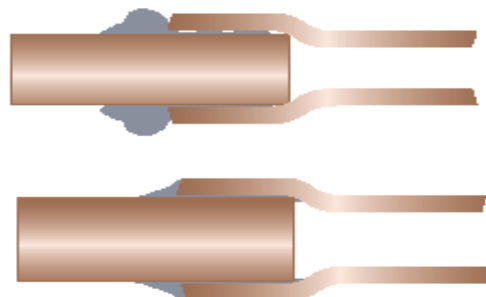


La superficie del líquido ejerce una presión sobre estas concavidades, siendo más fuerte cuanto mayor es su curvatura.

Al interior de los tubos, el líquido asciende a lo largo de él, hasta una cierta altura, que es inversamente proporcional a su radio.

Señalemos, entonces, que la ley de los vasos comunicantes no es válida en los tubos capilares.

La representación esquemática del fenómeno de la capilaridad es la que se muestra en la siguiente ilustración:



**El fundente :** Cuando se trabaja con tuberías de cobre, se considera adecuado depositar sobre su superficie lijada, una pasta de soldar.

Esta pasta de soldar está compuesta, por lo general, de cloruro de zinc.

**La fuente de calor :** Las fuentes de calor que suelen utilizarse entre los instaladores son: soplete y electrodos calefactores.

#### **4.11. Artefactos**

Para los efectos de su instalación, y según la forma de evacuación de los productos de la combustión y de la admisión de aire comburente, los artefactos de gas se clasifican en tipos, como sigue:




- a) **Tipo A:** Artefacto no conectado . Artefacto diseñado para ser usado sin conexión a un sistema de conducto de evacuación de los productos de la combustión, dejando que éstos se mezclen con el aire del recinto en que está ubicado el artefacto; el aire para la combustión se obtiene desde el recinto o espacio interno en que está instalado el artefacto.
- b) **Tipo B:** Artefacto conectado con circuito abierto. Artefacto diseñado para ser usado con conexión a un sistema de conducto de evacuación de los productos de la combustión hacia el exterior del recinto en que está ubicado el artefacto; el aire para la combustión se obtiene desde el recinto o espacio interno en que está instalado el artefacto.
- c) **Tipo C:** Artefacto conectado con circuito estanco de combustión. Artefacto diseñado para usarse con conexión a un sistema de conducto de evacuación de los productos de la combustión hacia el exterior del recinto en que está ubicado el

artefacto; el aire para la combustión se obtiene desde el exterior del recinto en que está instalado el artefacto.

El tipo C se divide en los Sub-tipos C1 y C2.

**c.1) Tipo C1:** Artefacto con circuito estanco de combustión, puesto en comunicación con la atmósfera exterior del inmueble directamente por medio de un dispositivo especial en el muro exterior compuesto por dos conductos, uno que lleva el aire comburente y otro que evacua los productos de la combustión.

**c.2) Tipo C2:** Artefacto con circuito estanco de combustión, puesto en comunicación con la atmósfera exterior del inmueble indirectamente por medio de un conducto común de alimentación del aire comburente y de evacuación de los productos de la combustión.

	<p style="text-align: center;"><b>ARTEFACTOS</b></p> 	
<p><b>TIPO A</b></p>	<p><b>TIPO B</b></p>	<p><b>TIPO C</b></p>

## **CAPITULO V**

### **DISEÑO Y CALCULO**

#### **5.1 Consideraciones Generales**

El diseño de instalaciones internas para suministro de gas debe considerar entre otros los siguientes aspectos básicos:

- Máxima cantidad de gas requerido por los artefactos
- Mínima presión de gas requerido por los artefactos a gas
- Las previsiones técnicas para atender demandas futuras
- El factor de simultaneidad asociado al cálculo del consumo máximo probable
- Gravedad específica y poder calorífico del gas
- La caída de presión en la instalación interna y el medidor
- Longitud de la tubería y cantidad de accesorios
- Velocidad permisible del gas en Línea de media presión hasta 20 m/s (GLP Y GN) y en línea de baja presión de 5 m/s (GLP) y 7 m/s (GN) como máximo.
- Material de las tuberías y los accesorios
- En las líneas de media presión A y B que operan a : Línea A de 0.68 a 1.379 bar, y Línea B de 0.21 a 0.27 bar. Se permite una caída de presión inferior a 175 Pa (1.75 mbar) para el GLP e inferior a 150 Pa (1,5 mbar) para el GN.

En el dimensionamiento de la instalación interna se admitirán fórmulas de cálculo y el uso de tabulaciones reconocidas, las cuales deben considerar el rango de presión de cálculo.

Los cálculos para el diseño y dimensionamiento de la instalación interna deberán garantizar las condiciones mínimas de presión y caudal requerido por el artefacto a gas.

En el diseño y dimensionamiento de un complejo habitacional o una casa unifamiliar, se deberá realizar una memoria de cálculo que incluya los consumos de gas, los diámetros nominales y las pérdidas de carga entre otros; asimismo, los planos de planta o isométricos.

Cuando se requiera conectar nuevos artefactos a gas y los consumos superan las capacidades previstas en el diseño original, se deberá someter la instalación a una reevaluación para determinar si tiene capacidad suficiente; si la capacidad no es suficiente se deberá modificar el sistema existente.

## **5.2 Referencias de la Construcción del Sistema de Tuberías**

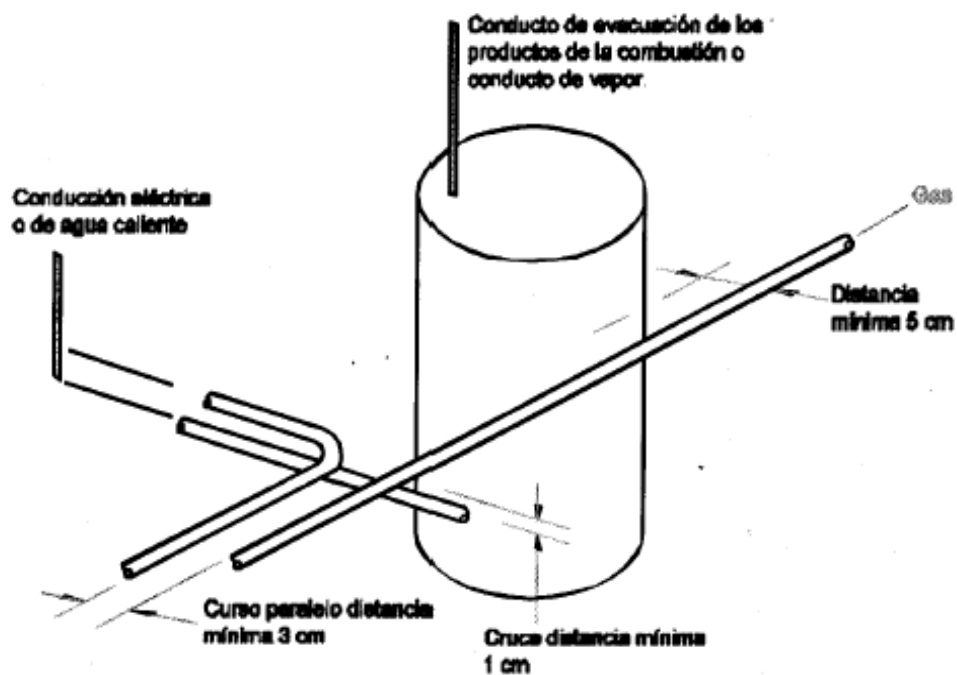
En todas las instalaciones internas, el primer tramo de tubería que sale del gabinete debe tener un diámetro nominal igual o superior a 13 mm para el cobre y 21,30 mm para el acero (1/2 de pulg) de acuerdo a los cálculos de diseño.

Se usará preferentemente el tendido de tuberías visibles, solo en lo que se refiere a las instalaciones de baja presión puede ir empotrada.

Esta permitido instalar tuberías en las paredes exteriores de las casas y edificios.

Las tuberías respetarán las distancias mínimas a cables o conductos de otros servicios.

Véase **Figura 3** .



**FIGURA 3**

Tabla complementaria a figura 3  
Distancias mínimas entre tuberías que conducen gas instaladas a la vista o embebidas y tubería de otros servicios

Tubería de otros servicios	Curso paralelo	Cruce
Conducción agua caliente	3 cm	1 cm
Conducción eléctrica	3 cm	1 cm
Conducción de vapor	5 cm	5 cm
Chimeneas	5 cm	5 cm



Para instalar tubería que pase por dormitorios o cuartos de baños, el tramo de tubería tiene que ser continuo.

En el caso de empotrar o enterrar tuberías, estas no podrán tener uniones roscadas y contarán con las medidas necesarias para no correr el riesgo de ser dañadas, perforadas o corroídas. Asimismo, las tuberías no deberán ser empotradas a lo largo de vigas o encofrados.

Evitar de instalar tuberías en espacios con poca ventilación y pocas facilidades de inspección de las personas, por ejemplo que atraviesan sótanos, huecos formados por plafones, cisternas, entresuelos, por debajo de pisos de madera o losas. En el caso necesario que las tuberías pasen por cielos rasos, falsos techos, cámaras aislantes o similares, deberá la tubería pasar por un conducto que debe quedar ventilado permanentemente al exterior en ambos extremos.

Está prohibido instalar tuberías que pasen por pozos de ascensor y tiros de chimeneas.

En el caso que las tuberías de gas compartan el mismo conducto que las tuberías de otros servicios, el conducto debe quedar ventilado permanentemente al exterior en ambos extremos.

No instalar tuberías en el suelo o pasadizos donde el tránsito de personas o vehículos puedan dañarlas, tropezando, golpeándolas o ejerciendo presión sobre ellas.

Evitar de instalar tuberías en lugares donde estén constantemente sujetas a la acción de la humedad o de algún agente químico, salvo que las tuberías cuenten con los revestimientos y/o protecciones adecuados, los cuales deberán ser aprobados por la entidad competente.

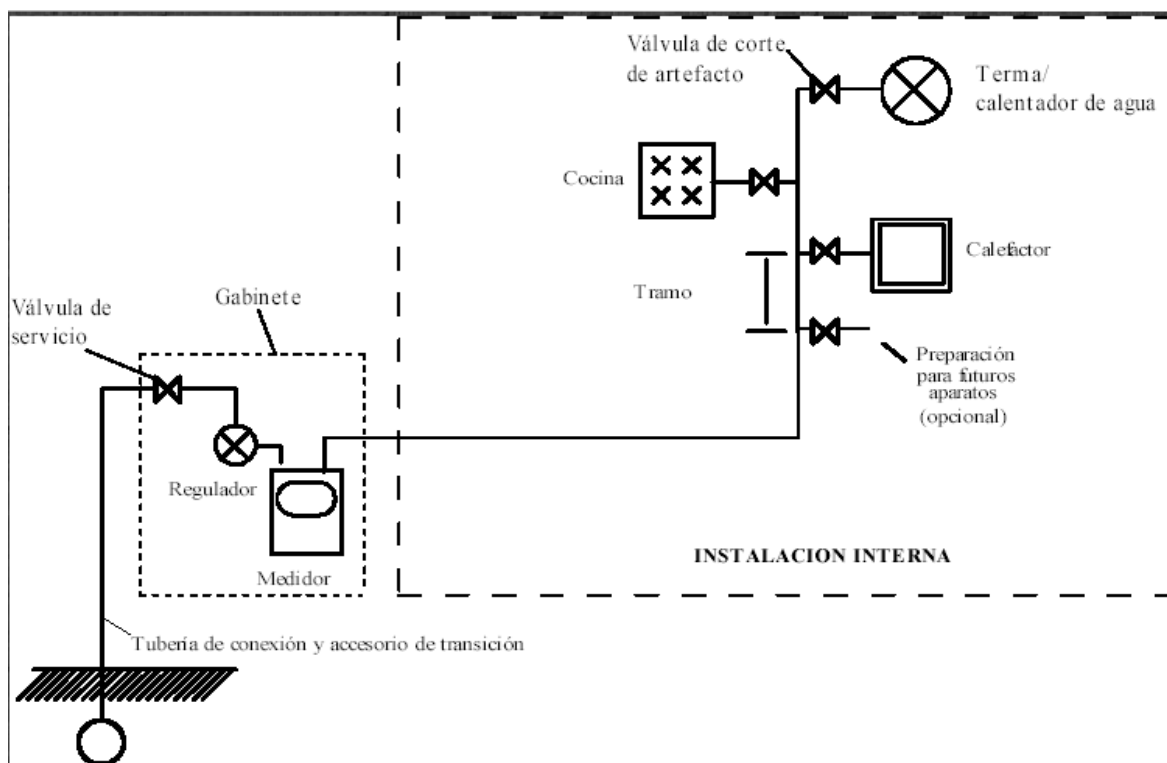
Se debe evitar unir materiales distintos (por ejemplo acero negro con galvanizado) en el sistema de tuberías, dado que esto puede ocasionar corrosión debido a la formación de celdas galvánicas. En el caso que se efectúe, se deberá interponer un material aislante perfectamente asegurado.

Los tramos de tubería que pasen a través de una pared o un suelo, deberán hacerlo instalando una camisa protectora, por ejemplo un tubo plástico alrededor de las mismas con buenas características mecánicas como el PVC. Dichas camisas deberán permitir el movimiento relativo de las tuberías.

En el caso que una tubería sea instalada contra una pared, esta tiene que estar como mínimo 5 cm por encima del nivel del suelo o del piso para evitar el contacto con el agua o productos químicos que puedan ser vertidos, que terminen dañando o produciendo corrosión en la tubería.

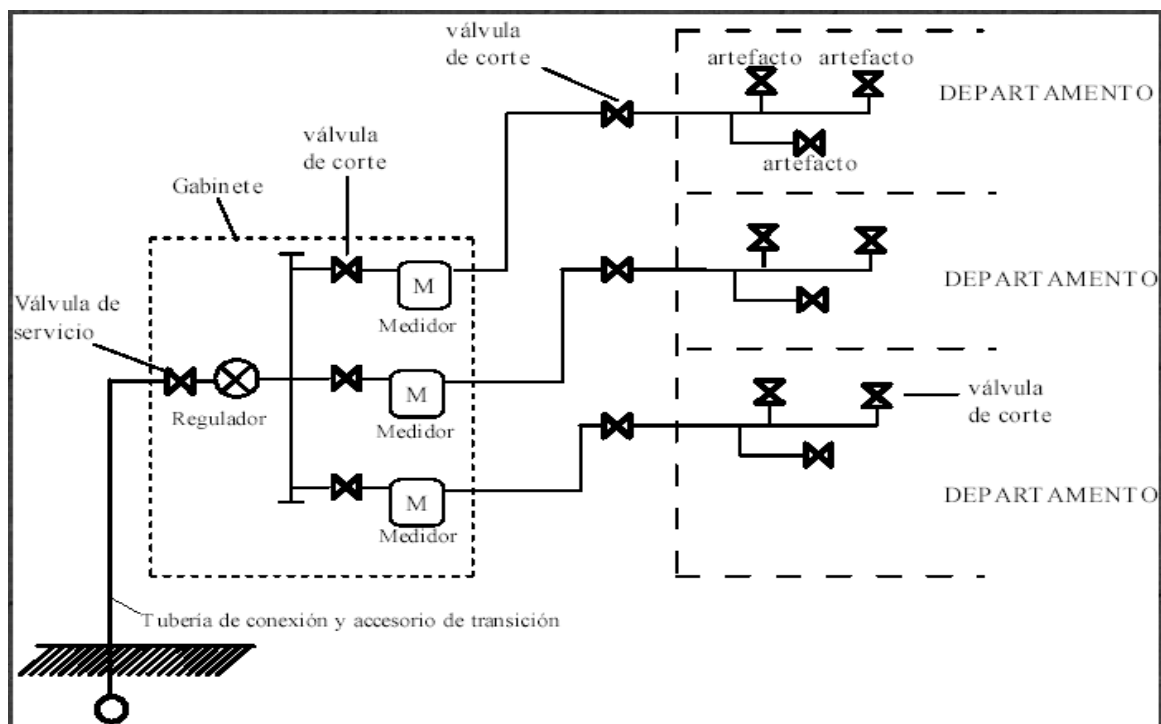
El código de color para las tuberías de acero y cobre que conducen gas es el amarillo ocre.

En la instalación interna de una casa unifamiliar o de un edificio de vivienda, se deberá instalar válvulas de corte de acuerdo a las Figura 1 y Figura 2 .



Ubicación de la válvula de servicio y de las válvulas de corte

**FIGURA 1** - Esquema típico de una instalación interna – casa unifamiliar



Ubicación de la válvula de servicio y de las válvulas de corte

**FIGURA 2** - Esquema típico de una instalación interna - edificio de viviendas

### 5.3 Diseño de Unidades de Almacenamiento

#### 5.3.1 Cálculo de Capacidad de Cilindros de 45 Kg.

El cálculo de la cantidad de cilindros de una instalación interior se hará según la razón de vaporización y por consumo.

**A. Según razón de vaporización.** Se determinará la potencia total que corresponderá a la suma de las potencias nominales de los artefactos proyectados en la instalación interior. La cantidad de cilindros se calculará aplicando la fórmula siguiente:

$$N = \frac{P_{it}}{RV}, \text{ donde}$$

N = Cantidad de cilindros tipo 45, cifra que se aproximará al entero superior.

P<sub>it</sub> = Potencia instalada total.

R<sub>v</sub> = Razón de vaporización dada por las tablas para el cilindro tipo 45, de acuerdo con su temperatura de cálculo y características del consumo (continuo o intermitente).

**B. Según consumo.** Los consumos diarios domésticos, de acuerdo con la clase y cantidad de los artefactos, nivel de ingreso de los usuarios y temperatura de cálculo, se obtienen de tabla.

La cantidad de cilindros se calculará aplicando la fórmula siguiente:

$$N = \frac{Cd \times 20}{(12 \times p)}, \text{ donde :}$$

N = Cantidad de cilindros (caso de fracción se aproximará al entero superior)

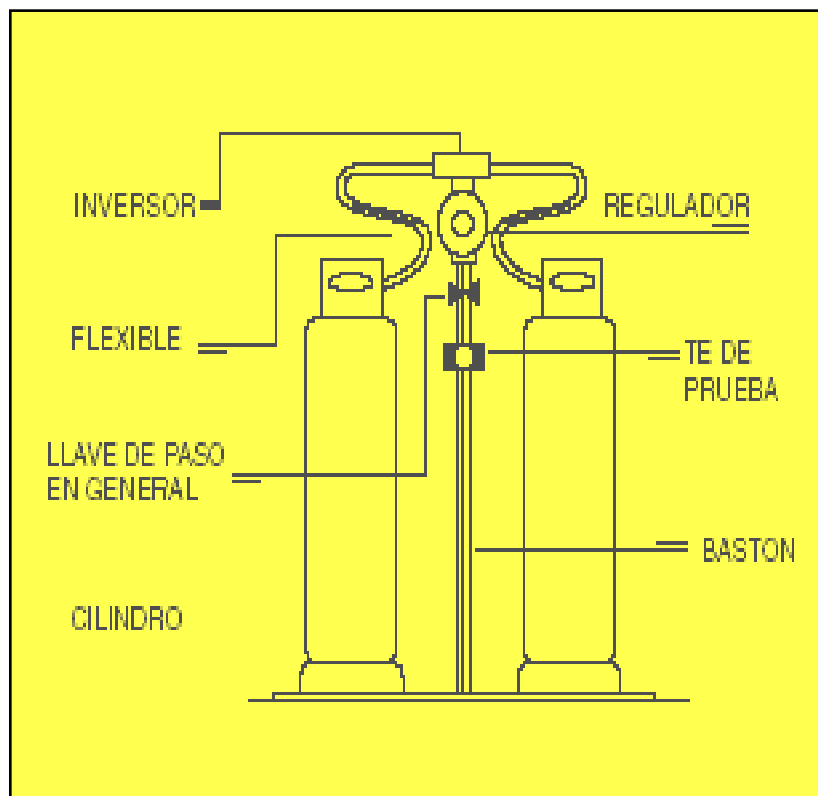
$C_d$  = Consumo diario, de acuerdo a la tabla.

20 = Período estimado para el reemplazo de cilindros.

12 = Poder calorífico del Propano, en Mcal/kg.

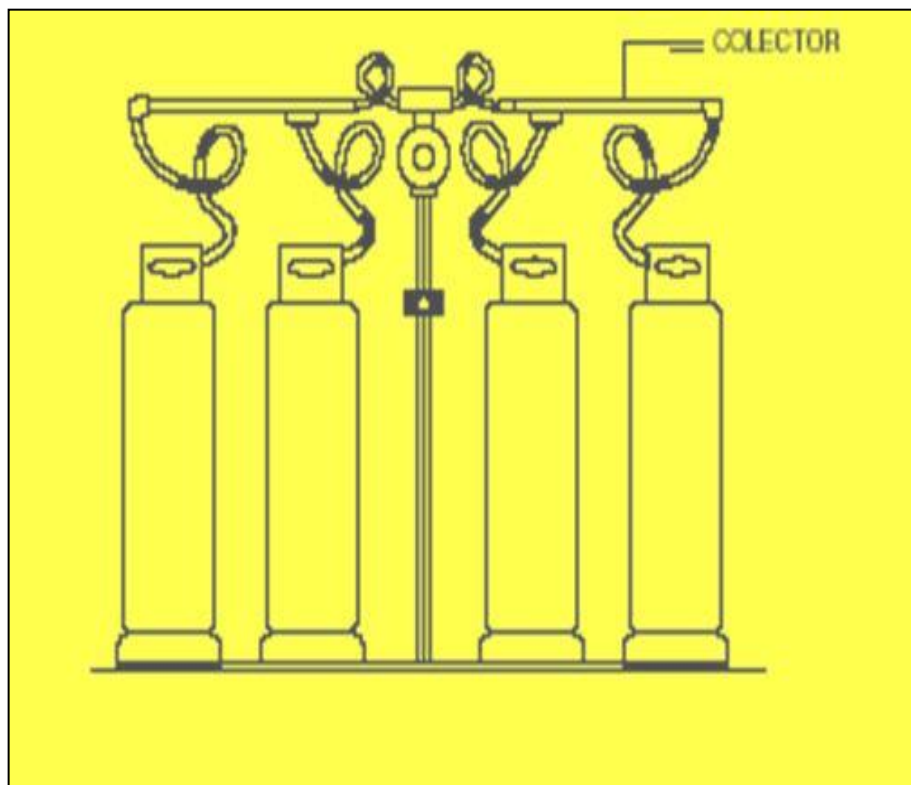
$p$  = Contenido del cilindro, en kg.

**Esquema grafico de una instalación 2 x 45 Kg :**



**C.** De los valores encontrados en la letras A y B se tomará el mayor para determinar la cantidad de cilindros que se necesitarán.

**D.** Para calcular la cantidad de cilindros del equipo de GL, el valor determinado en la letra C precedente se debe multiplicar por dos, para tener la misma cantidad de cilindros de reposición que la cantidad requerida en servicio.



### 5.3.2 Cálculo de Capacidad de Tanques de GLP

**a) Según razón de vaporización.** Se deberá tener en consideración lo siguiente:

a.1) Potencia instalada por instalación. Corresponde a la suma de las potencias nominales de los artefactos instalados en ella. Si se proyectan estufas, la potencia que se usará en el cálculo, será la suma de las potencias nominales de éstas multiplicada por el factor de calefacción que corresponda de acuerdo con el nivel del consumo de los usuarios según tabla correspondiente.

a.2) Potencia instalada total. Corresponde a la potencia determinada en el párrafo anterior, multiplicada por el número de instalaciones interiores.

a.3) En general, los tanques dan suministros a varias instalaciones interiores. En el caso particular de dar suministro a una sola instalación interior su factor de simultaneidad (fs) será 1.

a.4) Para calcular la capacidad del estanque se deberá aplicar la fórmula siguiente:

$$N = \frac{P_{it} \times f_s}{R_v}$$

donde:

N = Cantidad de estanques

Pit = Potencia instalada total expresada en Mcal/h.

fs = Factor de simultaneidad

Rv = Razón de vaporización

**b) Según consumo.** Se deberá tener en consideración lo siguiente:

b.1) El consumo diario (cd) de acuerdo con el nivel de ingresos de los usuarios, clase de artefactos instalados y temperatura de cálculo.

b.2) La capacidad del estanque deberá asegurar un período de consumo de a lo menos 8 días. En su cálculo, se aplicará la fórmula siguiente:

$$d = \frac{V \times PC}{(cd \times n \times 1,25)}$$

donde:

d = Período de consumo, en días. No inferior a 8 días.

V = Volumen en m<sup>3</sup> de el o los tanques calculado de acuerdo a lo

Señalado en la letra a.4).

$PC = 6.117 \text{ Mcal/m}^3$ , poder calorífico del Propano líquido.

$cd =$  Consumo por día en Mcal/día.

$n =$  Cantidad de instalaciones interiores.

1,25 = Factor de corrección por llenado de tanques al 80% de su capacidad en agua.

Reemplazando los valores se tiene:

$$d = \frac{4.888 V}{(cd \times n)}$$

c) Se usará el valor encontrado en la letra a), siempre que el período de consumo no sea inferior a 8 días.

#### 5.4 Referencias de Métodos de Cálculo de Tuberías

A continuación se muestra las propiedades físicas de los gases y condiciones de referencia :

Tipo de gas	Propiedades físicas		Condiciones de referencia
	Densidad relativa	Poder calorífico Superior, PCS	288,16° K (15°C)
Licuido	1,50 - 1,52	93,78 MJ/m <sup>3</sup> (22,4 Mcal/m <sup>3</sup> )	101,3 kPa (760 mmHg)
Natural	0,59 - 0,62	39,77 MJ/m <sup>3</sup> (9,50 Mcal/m <sup>3</sup> )	278,16 °K (5°C) 99,7 kPa (748 mm Hg)

Nota : 1 Mcal = 4,1868 MJ.



De acuerdo con el tipo de gas, en una instalación interior se aceptará la pérdida máxima de presión prescrita en la siguiente tabla, hasta cada uno de los artefactos conectados.

Pérdida máxima de presión en Línea de Media Presión según el tipo de gas :

<b>Tipo de gas</b>	<b>Pérdida máxima de presión aceptable Pa en Media Presión</b>	<b>Descripción</b>
<b>Licuado</b>	175	Entre el regulador de 1° etapa o de simple etapa al medidor o Regulador de 2ª etapa
<b>Natural</b>	150	Entre el regulador de 1° etapa en la troncal al medidor o Regulador de 2° etapa.

Pérdida máxima de presión en Línea de Baja Presión según el tipo de gas :

<b>Tipo de gas</b>	<b>Pérdida máxima de presión aceptable Pa en baja presión</b>	<b>Descripción</b>
<b>Licuado</b>	150	Entre el regulador de 2° etapa o de simple etapa, o el medidor, y cada uno de los artefactos
<b>Natural</b>	120	Entre el regulador de 2° etapa o el medidor, y cada uno de los artefactos

(1): Pa, Pascal, unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades, SI.

1 kPa = 0,010197 kgf/cm<sup>2</sup>; 0,145038 lbf/in<sup>2</sup>.

Presiones de Servicio :

<b>Gas Licuado</b>	Presión Nominal:	2,7 kPa	(270 mm H <sub>2</sub> O)
	Presión Mínima :	2,2 kPa	(220 mm H <sub>2</sub> O)
	Presión Máxima:	3,3 kPa	(330 mm H <sub>2</sub> O)
<b>Gas Natural</b>	Presión Nominal:	1,8 kPa	(180 mm H <sub>2</sub> O)
	Presión Mínima :	1,5 kPa	(150 mm H <sub>2</sub> O)
	Presión Máxima:	2,2 kPa	(220 mm H <sub>2</sub> O)

Estas presiones se entenderán medidas en el punto de entrega a la instalación interior cuyo suministro se desea controlar, que será a la salida del medidor o regulador, según corresponda.

Cuando los edificios tengan una altura superior a los 10 m se debe considerar la variación de la presión con la altura. Para estos efectos se acepta aplicar la fórmula siguiente:

$$\Delta ph = 11,932 (1 - d) h , \text{ donde :}$$

$\Delta ph$  = Variación de la presión con la altura, en Pa.

$d$  = Densidad relativa del gas.

$h$  = Altura, en m

Para el GL se podrá desestimar la pérdida de presión por altura,  $\Delta ph$ , cuando ella se compense aumentando la presión de salida del regulador; hasta un máximo de 3,24 kPa (330 mm H<sub>2</sub>O).

En la tabla se dan los valores calculados al aplicar las fórmulas prescritas, para cantidades de hasta 200 instalaciones interiores, considerando las siguientes potencias por artefactos:

Cocina, 8 Mcal/h; Calefón, 18 Mcal/h (10 L/min); estufa, 3 Mcal/h; y otros artefactos, 38 Mcal/h.

## 5.5 Factor de Simultaneidad

Este factor se aplica para calcular la potencia de cálculo de varias instalaciones interiores de gas. Su valor se obtiene a través de la formula siguiente:

Fórmula general :

$$fs = \frac{ax(PIT)^b + c}{PIT}$$

Se desprenden las fórmulas que sirven para determinar el factor de simultaneidad de los artefactos de una instalación interior en donde:

$fs$  = Factor de simultaneidad

$PIT$  = Potencia instalada total

$a, b, c$  = Parámetros dependientes de los artefactos conectados

Entonces al aplicar la fórmula para calcular el factor de simultaneidad de instalaciones interiores se debe contemplar la cantidad de artefactos instalados.

$$fs = \frac{1.05x(PIT)^{0.76} + 5.8}{PIT}, \quad (\text{Cocina})$$

$$fs = \frac{1.01x(PIT)^{0.25} + 23}{PIT}, \quad (\text{Cocina, Calefónt o Therma})$$

$$fs = \frac{0.95x(PIT)^{0.85} + 33}{PIT}, \quad \text{Otros artefactos (Potencia Total sobre 38 Mcal/h)}$$

Para calcular el  $fs$  de instalaciones interiores que contemplan calefónt o therma, cocina y calefactor se aplica la fórmula:

$$fs = \frac{fs (Cocina + Calefont) + 0.12}{1.12}$$

Observación :

Las fórmulas señaladas se aplican para más de una instalación interior, ya que para una instalación interior el  $fs$  es igual a 1.

En la tabla se dan los valores calculados al aplicar las fórmulas prescritas, para cantidades de hasta 200 instalaciones interiores, considerando las siguientes potencias por artefactos:

Cocina, 8 Mcal/h; Calefón, 18 Mcal/h (10 L/min); Secadora 9 Mcal/h, estufa, 3 Mcal/h; y otros artefactos, 38 Mcal/h.

De acuerdo con la cantidad de instalaciones interiores y artefactos conectados se elabora la siguiente tabla :

**Tabla 5.5.1 Factores de Simultaneidad**

Cantidad de instalaciones interiores	Factor de simultaneidad para			
	Co	Ca - Co	Ca – Co - C	Otros
1	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,90	0,82	0,84	0,93
3	0,73	0,63	0,67	0,76
4	0,64	0,54	0,59	0,66
5	0,58	0,48	0,54	0,61
6	0,54	0,43	0,49	0,57
7	0,50	0,40	0,46	0,54
8	0,48	0,38	0,45	0,51
9	0,46	0,36	0,43	0,49
10	0,44	0,34	0,41	0,48
11-15	0,40	0,31	0,38	0,44
16-20	0,36	0,27	0,35	0,40
21-30	0,32	0,24	0,32	0,38
31-44	0,28	0,21	0,29	0,35
45-58	0,26	0,19	0,28	0,32
59-72	0,24	0,18	0,27	0,31
73-86	0,23	0,17	0,26	0,30
87-100	0,22	0,16	0,25	0,29
101-133	0,20	0,15	0,24	0,28
134-166	0,19	0,14	0,23	0,27
167-200	0,18	0,13	0,22	0,26

## 5.6 Cálculo de Pérdida de Carga

Para el cálculo directo pueden emplear la fórmula de pérdida de carga modificada de Pole, reemplazando el valor de la constante dependiendo del gas a emplear. Las constantes son:

En cañería de cobre :

Gas Licuado : 0,0017621

Gas Natural : 0,0011916

La fórmula de pérdida o caída de presión de Pole modificada para gas licuado medida en Pascal es la siguiente:

$$\Delta P = L \left[ \frac{P}{0,0017621 \cdot K \cdot \sqrt{D^5}} \right]^2$$

$\Delta P$  = Caída de Presión en Pascal

L = Longitud de la tubería en m

P = Potencia a consumir en Mcal/h

K = Factor de fricción en función del diámetro

D = Diámetro interior de la cañería en cm

#### Valor del Factor de Friccion K

Designación convencional	K
3/8" a 1"	1.800
1 1/4" a 1 1/2"	1.980
2" a 2 1/2"	2.160
3"	2.340
4"	2.420

A continuación se presentan otras derivaciones de la fórmula de Pole modificada para determinar:

- Potencia a consumir en Mcal/h
- Longitud de la cañería de COBRE en m
- Diámetro interior en cm

A. Potencia en Mcal/h

$$P = FACTOR \times K \times \sqrt{\frac{\Delta P}{L}} \times D^5$$

B. Longitud de cañería de Cobre en Metros

$$L = \Delta P \times D^5 \times \left[ \frac{FACTOR \times K}{P} \right]^2$$

C. Diámetro interior de la cañería de Cobre en milímetros

$$D = \left[ \frac{L}{\Delta P} \times \left[ \frac{P}{FACTOR \times K} \right]^2 \right]^{\frac{1}{5}}$$

## 5.7 Tablas de Cálculo

A continuación presentamos las tablas de cálculo para el sistema de Gas Licuado de Petróleo y Gas Natural.

- Tabla 5.7.1 Tabla de razón de vaporización de tanques de GLP.
- Tabla 5.7.2 Tabla de cálculo línea de Media Presión para GLP.
- Tabla 5.7.3 Tabla de cálculo de línea de Baja Presión para GLP.
- Tabla 5.7.4 Tabla de cálculo de línea de Media Presión para Gas Natural
- Tabla 5.7.5 Tabla de cálculo de línea de Baja Presión para Gas Natural.

## **Tabla 5.7.1**

### **Razón de Vaporización en Mcal/h**

#### **Consumo Continuo en Tanques**

Temperatura de cálculo	Tanques de Superficie			Tanques Subterráneos		
	1 m3	2 m3	4m3	1 m3	2 m3	4m3
15	100	150	290			
10	90	120	260	55	80	150
5	80	110	220			
0	70	100	190			
-5	60	80	160			
-10	40	60	130			
-15	30	50	90			
-20	20	30	60			

### **Razón de Vaporización en Mcal/h**

#### **Consumo Intermitente en Tanques**

Temperatura de cálculo	Tanques de Superficie			Tanques Subterráneos		
	1 m3	2 m3	4m3	1 m3	2 m3	4m3
15	180	280	530			
10	170	250	470	100	140	270
5	140	210	400			
0	120	180	350			
-5	100	150	240			
-10	80	120	230			
-15	60	90	170			
-20	40	60	110			

**Los tanques subterráneos se calculan para una temperatura constante de 10° C**



**TABLA 5.7.2**

**GAS LICUADO EN MEDIA PRESIÓN**

**CORRE TÍPICO**

L (m)	$\Delta p$ - Pérdida de carga en Pa																											
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	8.0	9.0	10.0
2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	8.0	9.0	10.0
4	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	16.0	18.0	20.0
6	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0	7.5	9.0	10.5	12.0	13.5	15.0	16.5	18.0	19.5	21.0	24.0	27.0	30.0
8	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0	4.8	5.6	6.4	7.2	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0	28.0	32.0	36.0	40.0
10	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0	32.5	35.0	40.0	45.0	50.0
15	0.9	1.5	2.3	3.0	3.8	4.5	5.3	6.3	6.8	7.5	9.0	10.5	12.0	13.5	15.0	18.8	22.5	26.3	30.0	33.8	37.5	41.3	45.0	48.8	52.5	60.0	67.5	75.0
20	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	55.0	60.0	65.0	70.0	80.0	90.0	100.0
25	1.3	2.5	3.8	5.0	6.3	7.5	8.8	10.0	11.3	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	31.3	37.5	43.8	50.0	56.3	62.5	68.8	75.0	81.3	87.5	100.0	112.5	125.0
30	1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.5	12.0	13.5	15.0	18.0	21.0	24.0	27.0	30.0	37.5	45.0	52.5	60.0	67.5	75.0	82.5	90.0	97.5	105.0	120.0	135.0	150.0
35	1.8	3.5	5.3	7.0	8.8	10.5	12.3	14.0	15.8	17.5	21.0	24.5	28.0	31.5	35.0	43.8	52.5	61.3	70.0	78.8	87.5	96.3	105.0	113.8	122.5	140.0	157.5	175.0
40	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	24.0	28.0	32.0	36.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0	140.0	160.0		
45	2.3	4.5	6.8	9.0	11.3	13.5	15.8	18.0	20.3	22.5	27.0	31.5	36.0	40.5	45.0	56.3	67.5	78.8	90.0	101.3	112.5	123.8	135.0	146.3	157.5			
50	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	62.5	75.0	87.5	100.0	112.5	125.0	137.5	150.0	162.5	175.0			
55	2.8	5.5	8.3	11.0	13.8	16.5	19.3	22.0	24.8	27.5	33.0	35.6	44.0	49.5	56.0	68.8	82.5	96.3	110.0	125.8	137.5	151.3	165.0					
60	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	21.0	24.0	27.0	30.0	36.0	42.0	48.0	54.0	60.0	75.0	90.0	105.0	120.0	135.0	150.0	165.0						
65	3.3	6.5	9.8	13.0	16.3	19.5	22.8	26.0	29.3	32.5	39.0	45.5	52.0	58.5	65.0	81.3	97.5	113.8	130.0	148.3	162.5							
70	3.5	7.0	10.5	14.0	17.5	21.0	24.5	28.0	31.5	35.0	42.0	49.0	56.0	63.0	70.0	87.5	105.0	122.5	140.0	157.5	175.0							
75	3.8	7.5	11.3	15.0	18.8	22.5	26.3	30.0	33.8	37.5	48.0	52.5	60.0	67.5	75.0	93.8	112.5	131.3	150.0	168.8								
80	4.0	8.0	12.0	16.0	20.0	24.0	28.0	32.0	36.0	40.0	48.0	56.0	64.0	72.0	80.0	100.0	120.0	140.0	160.0									
85	4.3	8.5	12.8	17.0	21.3	25.5	29.8	34.0	38.3	42.5	51.0	59.5	68.0	76.5	85.0	106.3	127.5	148.8	170.0									
90	4.5	9.0	13.5	18.0	22.5	27.0	31.5	36.0	40.5	45.0	54.0	63.0	72.0	81.0	90.0	112.5	135.0	157.5										
95	4.8	9.5	14.3	19.0	23.8	28.5	33.3	38.0	42.8	47.5	57.0	66.5	76.0	85.5	95.0	118.8	142.5	166.3										
100	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	125.0	150.0	175.0										

Ø	Potencia en Mcal/h																											
	29	41	51	58	65	72	77	83	88	92	101	109	117	124	131	146	160	173	185	196	207	217	226	236	245	261	277	292
1/4"	29	41	51	58	65	72	77	83	88	92	101	109	117	124	131	146	160	173	185	196	207	217	226	236	245	261	277	292
1/2"	53	75	91	106	118	129	140	149	158	167	183	198	211	224	236	264	289	312	334	354	373	392	409	426	442	472		
3/4"	132	186	228	264	295	322	349	373	395	417	456	493	527	559	589	659	722	780	833	884	932	977						
1"	257	363	444	513	574	628	679	726	770	811	889	960	1026	1088	1147	1283	1405	1518	1622									
1 1/4"	434	614	751	868	970	1063	1148	1227	1302	1372	1503	1623	1736	1841	1940	2169	2376	2567										
1 1/2"	671	948	1161	1341	1499	1642	1774	1897	2012	2120	2323	2509	2682	2845	2999	3353	3673											
2"	1339	1893	2319	2677	2993	3279	3542	3786	4016	4233	4637	5009	5355	5679	5987													

$$H = (P_i^2 - P_f^2) \times 10^{-2}$$

- P =  $6.94 (H/L)^{0.5} D^{2.5}$
- P = Potencia a consumir en Mcal/h
- H = Diferencia de los cuadrados de las presiones absolutas (kPa)<sup>2</sup>
- L = Longitud en m

TABLA 5.7.3		GAS LICUADO EN BAJA PRESIÓN																	
		COBRE TIPO L																	
L (m)	Δp - Pérdida de carga en Pa																		
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	35	40	45	50
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	53	60	68	75
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	70	80	90	100
5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	88	100	113	125
6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	105	120	135	150
7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	105	123	140	158	
8	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120	140	160		
9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108	117	126	135	158			
10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150				
12	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	156	168					
14	14	28	42	56	70	84	98	112	126	140	154	168							
16	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160									
18	18	36	54	72	90	108	126	144	162										
20	20	40	60	80	100	120	140	160											
22	22	44	66	88	110	132	154												
24	24	48	72	96	120	144													
26	26	52	78	104	130	156													
28	28	56	84	112	140														
30	30	60	90	120	150														
35	35	70	105	140															
40	40	80	120	160															
45	45	90	135																
50	50	100	150																
Ø	Potencia en Mcal/h																		
3/8"	4	6	7	8	9	10	11	11	12	13	13	14	14	15	15	17	18	19	20
1/2"	7	10	12	14	16	18	19	20	21	23	24	25	26	27	28	30	32	34	36
3/4"	18	25	31	36	40	44	47	50	54	56	59	62	64	67	69	75	80	85	89
1"	35	49	60	69	78	85	92	98	104	110	115	120	125	130	134	145	155	165	173
1 1/4"	65	91	112	129	144	158	171	183	194	204	214	224	233	241	250	270	289	306	323
1 1/2"	100	141	173	199	223	244	264	282	299	315	331	345	360	373	386	417	446	473	499
2"	217	307	376	434	486	532	575	614	652	687	720	752	783	813	841	909	971	1030	1086
2 1/2"	373	528	647	747	835	915	988	1056	1120	1181	1238	1294	1346	1397	1446	1562	1670	1771	1867
3"	631	892	1093	1262	1411	1545	1669	1784	1893	1995	2092	2185	2275	2360	2443	2639	2821	2992	3154
4"	1322	1869	2289	2643	2955	3237	3496	3738	3965	4179	4383	4578	4765	4945	5118	5528	5910	6268	6608

**TABLA 5.7.4**
**GAS NATURAL EN MEDIA PRESIÓN**
**COBRE TIPO L**

L (m)	Δp - Pérdida de carga en Pa																											
2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	8.0	9.0	10.0
4	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	16.0	18.0	20.0
6	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0	7.5	9.0	10.5	12.0	13.5	15.0	16.5	18.0	19.5	21.0	24.0	27.0	30.0
8	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0	4.8	5.6	6.4	7.2	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0	28.0	32.0	36.0	40.0
10	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0	32.5	35.0	40.0	45.0	50.0
15	0.9	1.5	2.3	3.0	3.8	4.5	5.3	6.3	6.8	7.5	9.0	10.5	12.0	13.5	15.0	18.8	22.5	26.3	30.0	33.8	37.5	41.3	45.0	48.8	52.5	60.0	67.5	75.0
20	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	55.0	60.0	65.0	70.0	80.0	90.0	100.0
25	1.3	2.5	3.8	5.0	6.3	7.5	8.8	10.0	11.3	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	31.3	37.5	43.8	50.0	56.3	62.5	68.8	75.0	81.3	87.5	100.0	112.5	125.0
30	1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.5	12.0	13.5	15.0	18.0	21.0	24.0	27.0	30.0	37.5	45.0	52.5	60.0	67.5	75.0	82.5	90.0	97.5	105.0	120.0	135.0	150.0
35	1.8	3.5	5.3	7.0	8.8	10.5	12.3	14.0	15.8	17.5	21.0	24.5	28.0	31.5	35.0	43.8	52.5	61.3	70.0	78.8	87.5	96.3	105.0	113.8	122.5	140.0	157.5	175.0
40	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	24.0	28.0	32.0	36.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0	140.0	160.0		
45	2.3	4.5	6.8	9.0	11.3	13.5	15.8	18.0	20.3	22.5	27.0	31.5	36.0	40.5	45.0	56.3	67.5	78.8	90.0	101.3	112.5	123.8	135.0	146.3	157.5			
50	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	62.5	75.0	87.5	100.0	112.5	125.0	137.5	150.0	162.5	175.0			
55	2.8	5.5	8.3	11.0	13.8	16.5	19.3	22.0	24.8	27.5	33.0	35.6	44.0	49.5	56.0	68.8	82.5	96.3	110.0	125.8	137.5	151.3	165.0					
60	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	21.0	24.0	27.0	30.0	36.0	42.0	48.0	54.0	60.0	75.0	90.0	105.0	120.0	135.0	150.0	165.0						
65	3.3	6.5	9.8	13.0	16.3	19.5	22.8	26.0	29.3	32.5	39.0	45.5	52.0	58.5	65.0	81.3	97.5	113.8	130.0	146.3	162.5							
70	3.5	7.0	10.5	14.0	17.5	21.0	24.5	28.0	31.5	35.0	42.0	49.0	56.0	63.0	70.0	87.5	105.0	122.5	140.0	157.5	175.0							
75	3.8	7.5	11.3	15.0	18.8	22.5	26.3	30.0	33.8	37.5	48.0	52.5	60.0	67.5	75.0	93.8	112.5	131.3	150.0	168.8								
80	4.0	8.0	12.0	16.0	20.0	24.0	28.0	32.0	36.0	40.0	48.0	56.0	64.0	72.0	80.0	100.0	120.0	140.0	160.0									
85	4.3	8.5	12.8	17.0	21.3	25.5	29.8	34.0	38.3	42.5	51.0	59.5	68.0	76.5	85.0	106.3	127.5	148.8	170.0									
90	4.5	9.0	13.5	18.0	22.5	27.0	31.5	36.0	40.5	45.0	54.0	63.0	72.0	81.0	90.0	112.5	135.0	157.5										
95	4.8	9.5	14.3	19.0	23.8	28.5	33.3	38.0	42.8	47.5	57.0	66.5	76.0	85.5	95.0	118.8	142.5	166.3										
100	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	125.0	150.0	175.0										
Ø	Potencia en Mcal/h																											
1/4"	19	27	34	39	42	48	51	55	58	61	67	73	78	82	87	97	106	115	123	130								
1/2"	35	49	61	70	78	86	92	99	105	110	121	131	140	148	156	175	191	207										
3/4"	87	123	151	174	195	214	231	247	262	276	302	326	349	370	390	436												
1"	169	239	293	338	378	414	448	478	507	535	586	633	677	718	756													
1 1/4"	287	406	497	574	642	703	760	812	861	908	995	1074	1148															
1 1/2"	444	628	769	888	992	1087	1174	1255	1331	1403	1538																	
2"	886	1253	1535	1772	1981	2170	2344	2506	2658	2802																		

$$H = (P_i^2 - P_f^2) \times 10^{-2}$$

$$P = 6.94 (H/L)^{0.5} D^{2.5}$$

P = Potencia a consumir en Mcal/h

H = Diferencia de los cuadrados de las presiones absolutas (kPa)<sup>2</sup>

L = Longitud en m

TABLA 5.7.5

## GAS NATURAL EN BAJA PRESIÓN

COBRE TIPO L

Long (m)	$\Delta p$ - Pérdida de carga en Pa																		
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	35	40	45	50
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	53	60	68	75
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	70	80	90	100
5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	88	100	113	125
6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	105	120		
7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	105	123			
8	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120				
9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108	117	126					
10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120							
12	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120									
14	14	28	42	56	70	84	98	112	126										
16	16	32	48	64	80	96	112	128											
18	18	36	54	72	90	108	126												
20	20	40	60	80	100	120													
22	22	44	66	88	110														
24	24	48	72	96	120														
26	26	52	78	104															
28	28	56	84	112															
30	30	60	90	120															
35	35	70	105																
40	40	80	120																
45	45	90																	
50	50	100																	
$\varnothing$	Potencia en Mcal/h																		
3/8"	3	4	5	5	6	7	7	8	8	9	9	9	10	10	10	11	12	13	13
1/2"	5	7	8	10	11	12	13	14	15	15	16	17	17	18	19	20	22	23	24
3/4"	12	17	21	24	27	30	32	34	36	38	40	42	43	45	47	50	54	57	60
1"	23	33	41	47	52	57	62	66	70	74	78	81	85	88	91	98	105	111	117
1 1/4"	40	62	76	87	98	107	115	123	131	138	145	151	157	163	169	183	195	207	218
1 1/2"	67	95	117	135	151	165	178	191	202	213	224	234	243	252	261	282	302	320	337
2"	147	208	254	294	328	360	389	415	441	464	487	509	530	550	569	614	657	697	734
2 1/4"	253	357	437	505	565	619	668	714	758	799	837	875	910	945	978	1056	1129	1198	1263
3"	427	603	739	853	954	1045	1129	1207	1280	1349	1415	1478	1538	1596	1652	1785	1908	2024	2133
4"	894	1254	1548	1787	1998	2198	2365	2528	2681	2826	2964	3096	3222	3344	3461	3738	3997	4239	4468

Formula de Pole modificada

$$P = 0.0011916 \times K \times (\Delta p / L)^{1/2} \times (D^5)^{1/2}$$

P = Potencia a consumir en Mcal/h  
 K = Factor en función del  $\varnothing$   
 D = diámetro interior del tubo en cm  
 $\Delta p$  = Caída de presión en Pa  
 L = Longitud de la tubería en metros

## 5.8 Desarrollo del Diseño de Línea de Gas para el Complejo Habitacional

Complejo habitacional de 256 departamentos, divididos en 8 Bloques. Cada Bloque posee 9 Niveles y en cada Nivel tiene 04 departamentos.



**Importante:** Las viviendas denominados departamentos, se tomarán en cuenta desde el 2do Nivel al 9no Nivel de cada bloque del complejo habitacional.

Artefactos a considerar para cada departamento: 1 Cocina, 1 Secadora y 1 Calefont.

(Ver anexo).

<b>ARTEFACTO</b>	<b>POTENCIA ( Mcal/h )</b>
Cocina	8.0
Secadora	9.0
Calefont	18.0

Cuadro detallado de las potencias instaladas del sistema :

<b>ARTEFACTO</b>	<b>POTENCIA ( Mcal/h )</b>	<b>PIT/Dpto (Mcal/h)</b>	<b>PIT/Nivel (Mcal/h)</b>	<b>PIT/Bloque (Mcal/h)</b>	<b>PIT (Mcal/h)</b>
Cocina	8.0	8.0	32.0	256.0	2048.0
Secadora	9.0	9.0	36.0	288.0	2304.0
Calefont	18.0	18.0	72.0	576.0	4608.0
<b>Sub - Totales :</b>		<b>35.0</b>	<b>140.0</b>	<b>1120.0</b>	<b>8960.0</b>

PIT : Potencia total instalada

- A continuación se detalla el encabezado de los cuadros a llenar para el diseño de las líneas de media presión y baja presión de GLP y Gas natural.

<b>Tramo</b>	<b>Pit (Mcal/h)</b>	<b>N° inst.</b>	<b><math>f_s</math></b>	<b>Pcp (Pit*Fs)</b>	<b>Pcp (tabla) (Mcal/h)</b>	<b>L (m.)</b>	<b>Ø (pulg.)</b>	<b>ΔP (Pa)</b>	<b>ΔP acum. (Pa)</b>
--------------	-------------------------	---------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------------------	---------------	----------------------	--------------------	------------------------------

Del cuadro :

- Pit : Potencia total instalado para el tramo indicado.
- N° inst.: Número de instalaciones referido a la cantidad de viviendas a abastecer.
- $f_s$  : Factor de simultaneidad elegido según N°inst.

- Pcp : Potencia de cálculo parcial ( Pit x Fs ).
- Pcp (tabla) : Potencia de cálculo parcial según tabla
- L : Longitud de tubería
- Ø : Diámetro de tubería
- ΔP : Caída de presión parcial
- ΔP acum.. : Caída de presión acumulada.

### **5.8.1 Cálculo para el Sistema de Tuberías de GLP**

Nuestro sistema de tuberías para la media presión de GLP lo calcularemos mediante el uso de las siguientes tablas :

- Tabla 5.5.1 Factor de Simultaneidad
- Tabla 5.7.1 Razón de vaporización
- Tabla 5.7.2 Gas licuado en media presión
- Tabla 5.7.3 Gas licuado en baja presión

#### **5.8.1.1 Cálculo de Línea en Media Presión de GLP**

De acuerdo al Plano Isométrico P001 y P002 podemos apreciar que la línea de media presión abarca del punto 1 al punto 24 y del punto A al punto M.

Haciendo uso de la tabla de factores de simultaneidad (Tabla 5.5.1) y la tabla de caída de presión de gas licuado de petróleo (Tabla 5.7.2), iniciamos a realizar los cálculos que se hará por bloques, iniciando con el bloque 1 y culminado en el bloque 8.

Tramo 1 – 2 :

$$P_{it} = 8,960 \text{ Mcal/h}, \quad N^{\text{a}}_{\text{inst.}} = 256, \quad L = 80 \text{ m}, \quad \varnothing = 1 \frac{1}{2}''$$

$$F_s = 0.22 \text{ (de Tabla 5.5.1, elegimos el f.s para 03 artefactos de rango 167 – 200)}$$

$$P_{cp} = P_{it} \times F_s$$

$$P_{cp} = 1971.2 \text{ Mcal/h}$$

$$P_{cp} (\text{tabla}) = 2012.0 \text{ Mcal/h}$$

Para el cálculo de la caída de presión  $\Delta P$  de este tramo, ingresamos a la tabla 5.7.2 y con los valores de  $P_{cp}$  (tabla) y la longitud de tramo (L), intersectamos para ubicar el valor de la caída de presión  $\Delta P$  en Pascal (Pa).

$$\text{Por lo que el } \Delta P = 36 \text{ Pa}$$

$$\text{Entonces el } \Delta P_{\text{acum.}} = 36 \text{ Pa}$$

Tramo 2 – 3 :

$$P_{it} = 1,120 \text{ Mcal/h}, \quad N^{\text{a}}_{\text{inst.}} = 32, \quad L = 11 \text{ m}, \quad \varnothing = 3/4''$$

$$F_s = 0.29 \text{ ( de Tabla 5.5.1, elegimos el f.s para 03 artefactos de rango 31 – 44 )}$$

$$P_{cp} = P_{it} \times F_s = 324.8 \text{ Mcal/h}$$

$$P_{cp} (\text{tabla}) = 349.0 \text{ Mcal/h}$$

Ingresamos a tabla 5.7.2 para determinar el  $\Delta P$ .

$$\Delta P = 5.30 \text{ Pa}$$

$$\Delta P_{\text{Acum.}} = \Delta P + \Delta P_{\text{Acum.}}(\text{Tramo 1-2})$$

$$\Delta P_{\text{Acum.}} = 5.30 + 36$$

$$\Delta P_{\text{Acum.}} = 41.30 \text{ Pa}$$

Tramo 3 – 4 :

$$P_{it} = 140 \text{ Mcal/h}, \quad N^{\text{a}}_{\text{inst.}} = 4, \quad L = 5 \text{ m}, \quad \varnothing = 1/2''$$



$F_s = 0.59$  (de Tabla 5.5.1, elegimos el f.s para 03 artefactos para 4 instalaciones)

$$P_{cp} = P_{it} \times F_s = 82.6 \text{ Mcal/h}$$

$$P_{cp} (\text{tabla}) = 91 \text{ Mcal/h}$$

Ingresamos a tabla 5.7.2 para determinar el  $\Delta P$ .

$$\Delta P = 0.90 \text{ Pa}$$

$$\Delta P_{\text{Acum.}} = \Delta P + \Delta P_{\text{Acum.}}(\text{Tramo 2-3})$$

$$\Delta P_{\text{Acum.}} = 0.90 + 41.30$$

$$\Delta P_{\text{Acum.}} = 42.20 \text{ Pa}$$

#### Tramo 3 – A :

$$P_{it} = 980 \text{ Mcal/h}, \quad N^{\text{a}}_{\text{inst.}} = 28, \quad L = 3 \text{ m}, \quad \varnothing = 1/2'',$$

$F_s = 0.32$  (de Tabla 5.5.1, elegimos el f.s para 03 artefactos de rango 21-30)

$$P_{cp} = P_{it} \times F_s = 313.6 \text{ Mcal/h}$$

$$P_{cp} (\text{tabla}) = 334 \text{ Mcal/h}$$

Ingresamos a tabla 5.7.2 para determinar el  $\Delta P$ .

$$\Delta P = 8.0 \text{ Pa}$$

$$\Delta P_{\text{Acum.}} = \Delta P + \Delta P_{\text{Acum.}}(\text{Tramo 2-3})$$

$$\Delta P_{\text{Acum.}} = 8.0 + 41.30$$

$$\Delta P_{\text{Acum.}} = 49.30 \text{ Pa}$$

- Entonces de esta manera se va completando el cuadro ya tabulado por tramos. Tomar en cuenta en el  $\Delta P$  acum. que se le suma el tramo antecesor acumulado (Ver plano isométrico P001 y P002).

**CÁLCULO DE TUBERÍAS EN MEDIA PRESIÓN GLP**  
**BLOQUE I Y BLOQUE II**

Tramo	Pit (Mcal/h)	N° inst.	Fs	Pcp (Pit*Fs)	Pcp (tabla) (Mcal/h)	L (m.)	Ø (pulg.)	ΔP (Pa)	ΔP acum. (Pa)
1-2	8960	256	0.22	1971.2	2012.0	80.0	1 1/2"	36.00	36.00
2-3	1120	32	0.29	324.8	349.0	11.0	3/4"	5.30	41.30
3-4	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	42.20
3-A	980	28	0.32	313.6	334.0	3.0	1/2"	8.00	49.30
A-B	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	50.20
A-C	840	24	0.32	268.8	289.0	3.0	1/2"	6.00	55.30
C-D	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	56.20
C-E	700	20	0.35	245.0	264.0	3.0	1/2"	5.00	60.30
E-F	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	61.20
E-G	560	16	0.35	196.0	198.0	3.0	1/2"	2.80	63.10
G-H	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	64.00
G -I	420	12	0.38	159.6	167.0	3.0	1/2"	2.00	65.10
I -J	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	66.00
I -K	280	8	0.45	126.0	129.0	3.0	1/2"	1.20	67.20
K -L	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	68.10
K -M	140	4	0.59	82.6	91.0	8.0	1/2"	1.20	<b>68.40</b>
2-5	7840	224	0.22	1724.8	1774.0	20.0	1 1/2"	7.00	43.00
5-6	1120	32	0.29	324.8	349.0	11.0	3/4"	5.30	48.30
6-7	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	49.20
6-A	980	28	0.32	313.6	334.0	3.0	1/2"	8.00	56.30
A-B	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	57.20
A-C	840	24	0.32	268.8	289.0	3.0	1/2"	6.00	62.30
C-D	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	63.20
C-E	700	20	0.35	245.0	264.0	3.0	1/2"	5.00	67.30
E-F	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	68.20
E-G	560	16	0.35	196.0	198.0	3.0	1/2"	2.80	70.10
G-H	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	71.00
G -I	420	12	0.38	159.6	167.0	3.0	1/2"	2.00	72.10
I -J	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	73.00
I -K	280	8	0.45	126.0	129.0	3.0	1/2"	1.20	73.30
K -L	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	74.20
K -M	140	4	0.59	82.6	91.0	8.0	1/2"	1.20	<b>74.50</b>

# CÁLCULO DE TUBERÍAS EN MEDIA PRESIÓN

## BLOQUE III Y BLOQUE IV

Tramo	Pit (Mcal/h)	N° inst.	Fs	Pcp (Pit*Fs)	Pcp (tabla) (Mcal/h)	L (m.)	Ø (pulg.)	ΔP (Pa)	ΔP acum. (Pa)
5-8	6720	192	0.22	1478.4	1499.0	20.0	1 1/2"	5.00	48.00
8-9	1120	32	0.29	324.8	349.0	11.0	3/4"	5.30	53.30
9-10	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	54.20
9-A	980	28	0.32	313.6	334.0	3.0	1/2"	8.00	61.30
A-B	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	62.20
A-C	840	24	0.32	268.8	289.0	3.0	1/2"	6.00	67.30
C-D	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	68.20
C-E	700	20	0.35	245.0	264.0	3.0	1/2"	5.00	72.30
E-F	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	73.20
E-G	560	16	0.35	196.0	198.0	3.0	1/2"	2.80	75.10
G-H	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	76.00
G -I	420	12	0.38	159.6	167.0	3.0	1/2"	2.00	77.10
I -J	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	78.00
I -K	280	8	0.45	126.0	129.0	3.0	1/2"	1.20	78.30
K -L	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	79.20
K -M	140	4	0.59	82.6	91.0	8.0	1/2"	1.20	<b>79.50</b>
8-11	5600	160	0.23	1288.0	1341.0	20.0	1 1/2"	4.00	52.00
11-12	1120	32	0.29	324.8	349.0	11.0	3/4"	5.30	57.30
12-13	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	58.20
12-A	980	28	0.32	313.6	334.0	3.0	1/2"	8.00	65.30
A-B	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	66.20
A-C	840	24	0.32	268.8	289.0	3.0	1/2"	6.00	71.30
C-D	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	72.20
C-E	700	20	0.35	245.0	264.0	3.0	1/2"	5.00	76.30
E-F	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	77.20
E-G	560	16	0.35	196.0	198.0	3.0	1/2"	2.80	79.10
G-H	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	80.00
G -I	420	12	0.38	159.6	167.0	3.0	1/2"	2.00	81.10
I -J	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	82.00
I -K	280	8	0.45	126.0	129.0	3.0	1/2"	1.20	82.30
K -L	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	83.20
K -M	140	4	0.59	82.6	91.0	8.0	1/2"	1.20	<b>83.50</b>

**CÁLCULO DE TUBERÍAS EN MEDIA PRESIÓN**  
**BLOQUE V Y BLOQUE VI**

Tramo	Pit (Mcal/h)	N° inst.	Fs	Pcp (Pit*Fs)	Pcp (tabla) (Mcal/h)	L (m.)	Ø (pulg.)	ΔP (Pa)	ΔP acum. (Pa)
11-14	4480	128	0.24	1075.2	1161.0	20.0	1 1/2"	3.00	55.00
14-15	1120	32	0.29	324.8	349.0	11.0	3/4"	5.30	60.30
15-16	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	61.20
15-A	980	28	0.32	313.6	334.0	3.0	1/2"	8.00	68.30
A-B	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	69.20
A-C	840	24	0.32	268.8	289.0	3.0	1/2"	6.00	74.30
C-D	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	75.20
C-E	700	20	0.35	245.0	264.0	3.0	1/2"	5.00	79.30
E-F	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	80.20
E-G	560	16	0.35	196.0	198.0	3.0	1/2"	2.80	82.10
G-H	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	83.00
G -I	420	12	0.38	159.6	167.0	3.0	1/2"	2.00	84.10
I -J	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	85.00
I -K	280	8	0.45	126.0	129.0	3.0	1/2"	1.20	85.30
K -L	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	86.20
K -M	140	4	0.59	82.6	91.0	8.0	1/2"	1.20	<b>86.50</b>
14-17	3360	96	0.25	840.0	948.0	20.0	1 1/2"	2.00	57.00
17-18	1120	32	0.29	324.8	349.0	11.0	3/4"	5.30	62.30
18-19	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	63.20
18-A	980	28	0.32	313.6	334.0	3.0	1/2"	8.00	70.30
A-B	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	71.20
A-C	840	24	0.32	268.8	289.0	3.0	1/2"	6.00	76.30
C-D	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	77.20
C-E	700	20	0.35	245.0	264.0	3.0	1/2"	5.00	81.30
E-F	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	82.20
E-G	560	16	0.35	196.0	198.0	3.0	1/2"	2.80	84.10
G-H	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	85.00
G -I	420	12	0.38	159.6	167.0	3.0	1/2"	2.00	86.10
I -J	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	87.00
I -K	280	8	0.45	126.0	129.0	3.0	1/2"	1.20	87.30
K -L	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	88.20
K -M	140	4	0.59	82.6	91.0	8.0	1/2"	1.20	<b>88.50</b>

**CÁLCULO DE TUBERÍAS EN MEDIA PRESIÓN**  
**BLOQUE VII Y BLOQUE VIII**

Tramo	Pit (Mcal/h)	N° inst.	Fs	Pcp (Pit*Fs)	Pcp (tabla) (Mcal/h)	L (m.)	ø (pulg.)	ΔP (Pa)	ΔP acum. (Pa)
17-20	2240	64	0.27	604.8	671.0	20.0	1 1/2"	1.00	58.00
20-21	1120	32	0.29	324.8	349.0	11.0	3/4"	5.30	63.30
21-22	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	64.20
21-A	980	28	0.32	313.6	334.0	3.0	1/2"	8.00	71.30
A-B	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	72.20
A-C	840	24	0.32	268.8	289.0	3.0	1/2"	6.00	77.30
C-D	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	78.20
C-E	700	20	0.35	245.0	264.0	3.0	1/2"	5.00	82.30
E-F	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	83.20
E-G	560	16	0.35	196.0	198.0	3.0	1/2"	2.80	85.10
G-H	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	86.00
G -I	420	12	0.38	159.6	167.0	3.0	1/2"	2.00	87.10
I -J	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	88.00
I -K	280	8	0.45	126.0	129.0	3.0	1/2"	1.20	88.30
K -L	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	89.20
K -M	140	4	0.59	82.6	91.0	8.0	1/2"	1.20	<b>89.50</b>
20-23	1120	32	0.29	324.8	349.0	31.0	3/4"	12.30	70.30
23-24	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	71.20
24-A	980	28	0.32	313.6	334.0	3.0	1/2"	8.00	78.30
A-B	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	79.20
A-C	840	24	0.32	268.8	289.0	3.0	1/2"	6.00	84.30
C-D	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	85.20
C-E	700	20	0.35	245.0	264.0	3.0	1/2"	5.00	89.30
E-F	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	90.20
E-G	560	16	0.35	196.0	198.0	3.0	1/2"	2.80	92.10
G-H	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	93.00
G -I	420	12	0.38	159.6	167.0	3.0	1/2"	2.00	94.10
I -J	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	95.00
I -K	280	8	0.45	126.0	129.0	3.0	1/2"	1.20	95.30
K -L	140	4	0.59	82.6	91.0	5.0	1/2"	0.90	96.20
K -M	140	4	0.59	82.6	91.0	8.0	1/2"	1.20	<b>96.50</b>

### 5.8.1.2 Cálculo de Línea en Baja Presión de GLP

En el siguiente cuadro se dimensiona la línea de baja presión de 04 departamentos típicos en un solo Nivel, denominados como: Depart. N°1, Depart. N°2, Depart. N°3 y Depart. N°4. Cálculo que será el mismo para todos los demás niveles de cada Bloque, por tratarse del mismo esquema de red de tuberías. (Ver Plano Isométrico P003).

En esta parte se considera la línea que viene desde el regulador de baja presión que se encuentra exactamente a la salida del medidor de gas hasta los puntos de consumo.

#### Cálculo para Departamento N°1 :

- Tramo M1- P : ( M1 : Medidor del 1er departamento)

$$P_{it} = 35 \text{ Mcal/h}, \quad N^{\text{a}}_{\text{inst.}} = 1, \quad L = 4 \text{ m}, \quad \varnothing = 3/4'',$$

$$f_s = 1 \text{ (de Tabla 5.5.1, elegimos el } f_s \text{ para vivienda unifamiliar)}$$

$$P_{cp} = P_{it} \times f_s = 35 \text{ Mcal/h}$$

$$P_{cp} \text{ (tabla)} = 36 \text{ Mcal/h}$$

Ingresamos a tabla 5.7.3 para determinar el  $\Delta P$ .

$$\Delta P = 16 \text{ Pa}$$

$$\Delta P_{\text{Acum.}} = 16 \text{ Pa}$$

- Tramo P- Cocina :

$$P_{it} = 8 \text{ Mcal/h}, \quad L = 1 \text{ m}, \quad \varnothing = 1/2'', \quad f_s = 1$$

$$P_{cp} = P_{it} \times f_s = 8 \text{ Mcal/h}$$

$$P_{cp} \text{ (tabla)} = 10 \text{ Mcal/h}$$

Ingresamos a tabla 5.7.3 para determinar el  $\Delta P$ :

$$\Delta P = 4 \text{ Pa}$$

$$\Delta P \text{ Acum.} = 4 + \Delta P \text{ Acum (Tramo M1-P)}$$

$$\Delta P \text{ Acum} = 20 \text{ Pa}$$

▪ Tramo P- Q :

$$P_{it} = 27 \text{ Mcal/h, } L = 5\text{m, } \varnothing = 3/4'', F_s = 1$$

$$P_{cp} = P_{it} \times F_s = 27 \text{ Mcal/h}$$

$$P_{cp} \text{ (tabla)} = 31 \text{ Mcal/h}$$

Ingresamos a tabla 5.7.3 para determinar el  $\Delta P$ .

$$\Delta P = 15 \text{ Pa}$$

$$\Delta P \text{ Acum.} = 15 + \Delta P \text{ Acum (Tramo M1-P)}$$

$$\Delta P \text{ Acum} = 31 \text{ Pa}$$

▪ Tramo Q- Secadora :

$$P_{it} = 9 \text{ Mcal/h, } L = 1\text{m, } \varnothing = 1/2'', F_s = 1$$

$$P_{cp} = P_{it} \times F_s = 9 \text{ Mcal/h}$$

$$P_{cp} \text{ (tabla)} = 10 \text{ Mcal/h}$$

Ingresamos a tabla 5.7.3 para determinar el  $\Delta P$ .

$$\Delta P = 4 \text{ Pa}$$

$$\Delta P \text{ Acum.} = 4 + \Delta P \text{ Acum (Tramo P – Q)}$$

$$\Delta P \text{ Acum} = 35 \text{ Pa}$$

▪ Tramo Q- Calefont :

$$P_{it} = 18 \text{ Mcal/h, } L = 3\text{m, } \varnothing = 1/2'', f_s = 1$$

$$P_{cp} = P_{it} \times f_s = 18 \text{ Mcal/h}$$

$P_{cp}$  (tabla) = 18 Mcal/h

Ingresamos a tabla 5.7.3 para determinar el  $\Delta P$ .

$\Delta P = 18 \text{ Pa}$

$\Delta P \text{ Acum.} = 4 + \Delta P \text{ Acum (Tramo P - Q)}$

$\Delta P \text{ Acum} = 49 \text{ Pa}$

### CÁLCULO DE TUBERÍAS EN BAJA PRESIÓN

( G L P )

Tramo	Pit (Mcal/h)	Fs	Pcp (Pit*Fs)	Pcp (tabla) (Mcal/h)	L (m.)	Ø (pulg.)	ΔP (Pa)	ΔP acum. (Pa)
<b>Depart. N°1</b>								
M1-P	35	1	35	36	4	3/4"	16.00	16.00
P-Cocina	8	1	8	10	1	1/2"	4.00	20.00
P-Q	27	1	27	31	5	3/4"	15.00	31.00
Q-Secad.	9	1	9	10	1	1/2"	4.00	35.00
Q-Calefont	18	1	18	18	3	1/2"	18.00	<b>49.00</b>
<b>Depart. N°2</b>								
M2-P	35	1	35	36	12	3/4"	48.00	48.00
P-Cocina	8	1	8	10	1	1/2"	4.00	52.00
P-Q	27	1	27	31	5	3/4"	15.00	63.00
Q-Secad.	9	1	9	10	1	1/2"	4.00	67.00
Q-Calefont	18	1	18	18	3	1/2"	18.00	<b>81.00</b>
<b>Depart. N°3</b>								
M3-P	35	1	35	36	20	3/4"	80.00	80.00
P-Cocina	8	1	8	10	1	1/2"	4.00	84.00
P-Q	27	1	27	31	5	3/4"	15.00	95.00
Q-Secad.	9	1	9	10	1	1/2"	4.00	99.00
Q-Calefont	18	1	18	18	3	1/2"	18.00	<b>113.00</b>
<b>Depart. N°4</b>								
M4-P	35	1	35	36	28	3/4"	112.00	112.00
P-Cocina	8	1	8	10	1	1/2"	4.00	116.00
P-Q	27	1	27	31	5	3/4"	15.00	127.00
Q-Secad.	9	1	9	10	1	1/2"	4.00	131.00
Q-Calefont	18	1	18	18	3	1/2"	18.00	<b>145.00</b>



### 5.8.1.3 Cálculo de Tanque de Abastecimiento

- Por Razón de Vaporización :

$$N^{\circ} \text{ Tanques} = \frac{P_{itxfs}}{RV}$$

$$RV = 530 \quad (\text{de tabla 5.7.1})$$

$$N^{\circ} \text{ Tanques} = \frac{8960 \times 0.22}{530},$$

$$N^{\circ} \text{ Tanques} = 3.72 \quad \diamondsuit \quad 4$$

Entonces se requerirán 4 Tanques de 1000 gl (Ver Anexo)

- Por Consumo :

$$N^{\circ} \text{ días} = \frac{V( m^3 ) \times 6117 \text{ Mcal}/m^3}{c/día \times N^{\circ} \text{ Inst.} \times 1.25}$$

ARTEFACTO	Potencia ( Mcal/h )	Consumo (h/día)	Consumo / día (Mcal/día)
Cocina	8.0	1.00	8.00
Secadora	9.0	0.25	2.25
Calefont	18.0	0.50	9.00
<b>Consumo ( 1 dpto )</b>			<b>19.25</b>
<b>Consumo ( 256 dpts ). Mcal/día</b>			<b>4928.00</b>

$$N^{\circ} \text{ días} = \frac{16 m^3 \times 6117 \text{ Mcal}/m^3}{19.25 \times 256 \times 1.25}$$

$$N^{\circ} \text{ días} = 16 \quad > \quad 8$$

Cantidad de días suficiente de abastecimiento de GLP al complejo habitacional.

#### 5.8.1.4 Elección de Reguladores

- **Regulador de Alta Presión :**

Pit : 8960 Mcal/h  $\leftrightarrow$  35,571,200 Btu/h,

Entonces:  $35,571,200 / 4 = 8,892,800$  Btu/h (para c/tanque)

De tabla 4.2 Reguladores Fisher se elige :

**Fisher 627-6210** de capacidad 10,755,000 Btu/h  $> 8,892,000$

Presión de salida 10 Psig (0,69 bar)

- **Regulador de Media Presión :** (instalado antes del medidor)

Pit (1 Dpto) = 35 Mcal/h  $\leftrightarrow$  138,950 Btu/h

RB 150 Briffault de capacidad 280,000 Btu/h  $> 138,950$  Btu/h

Presión de salida : 150 mbar (0,39 Psig)

- **Regulador de baja presión :** (instalado después del medidor)

Pit (1 Dpto) = 35 Mcal/h  $\leftrightarrow$  138,950 Btu/h

RB 27 Briffault de capacidad 200,000 Btu/h  $> 138,950$  Btu/h

Presión de servicio : 27mbar (0,39 Psig)

#### 5.8.1.5 Elección del Medidor

- $Q = \frac{PIT}{PC}$ , ( Q : Caudal en m<sup>3</sup>/h )

PIT = 35,000 Kcal/h

PC<sub>GLP</sub> = 22,400 Kcal/m<sup>3</sup>

- $Q = \frac{35000 \text{ Kcal/h}}{22400 \text{ Kcal/m}^3}$
- $Q = 1.56 \text{ m}^3/\text{h}$

Se elige el Medidor de marca Elster Amco Bk-G4

de rango de caudal 0,040 a 6 m<sup>3</sup>/h y Presión máxima de 1 bar.

## 5.8.2 Cálculos para el Sistema de Tuberías de Gas Natural

Nuestro sistema de tuberías para la media y baja presión de Gas natural será calculado mediante por las siguientes tablas:

- Tabla 5.5.1 Factor de Simultaneidad
- Tabla 5.7.4 Gas natural en media presión
- Tabla 5.7.5 Gas natural en baja presión

### 5.8.2.1 Cálculo de línea en Media Presión de GN

De acuerdo al Plano Isométrico podemos apreciar que la línea de media presión abarca del punto 1 al punto 24 y del punto A al punto M.

Tramo 1 – 2 :

$$P_{it} = 8,960 \text{ Mcal/h}, \quad N^{a\text{inst.}} = 256, \quad L = 80 \text{ m}, \quad \varnothing = 2'',$$

$$f_s = 0.22 \text{ (de Tabla 5.5.1)}$$

$$P_{cp} = P_{it} \times f_s$$

$$P_{cp} = 1971.2 \text{ Mcal/h}$$

$$P_{cp} (\text{tabla}) = 1981.0 \text{ Mcal/h}$$

ingresamos a la tabla 5.7.4 para determinar el  $\Delta P$

$$\text{Por lo que el } \Delta P = 20 \text{ Pa}$$

$$\text{Entonces el } \Delta P_{\text{acum.}} = 20 \text{ Pa}$$

#### Tramo 2 – 3 :

$$P_{it} = 1,120 \text{ Mcal/h}, \quad N^{\text{a}}_{\text{inst.}} = 32, \quad L = 11 \text{ m}, \quad \varnothing = 3/4'',$$

$$f_s = 0.29 \text{ ( de Tabla 5.5.1)}$$

$$P_{cp} = P_{it} \times f_s = 324.8 \text{ Mcal/h}$$

$$P_{cp} (\text{tabla}) = 326.0 \text{ Mcal/h}$$

Ingresamos a tabla 5.7.4 para determinar el  $\Delta P$ .

$$\Delta P = 10.50$$

$$\Delta P_{\text{Acum.}} = \Delta P + \Delta P_{\text{Acum.}}(\text{Tramo 1-2})$$

$$\Delta P_{\text{Acum.}} = 10.50 + 20 \text{ Pa}$$

$$\Delta P_{\text{Acum.}} = 30.50 \text{ Pa}$$

#### Tramo 3 – 4 :

$$P_{it} = 140 \text{ Mcal/h}, \quad N^{\text{a}}_{\text{inst.}} = 4, \quad L = 5 \text{ m}, \quad \varnothing = 1/2'',$$

$$f_s = 0.59 \text{ (de Tabla 5.5.1, elegimos el } f_s \text{ para 03 artefactos para 4 instalaciones)}$$

$$P_{cp} = P_{it} \times f_s = 82.6 \text{ Mcal/h}$$

$$P_{cp} (\text{tabla}) = 86.0 \text{ Mcal/h}$$

Ingresamos a tabla 5.7.4 para determinar el  $\Delta P$ .

$$\Delta P = 1.80 \text{ Pa}$$

$$\Delta P_{\text{Acum.}} = \Delta P + \Delta P_{\text{Acum.}}(\text{Tramo 2-3})$$

$$\Delta P \text{ Acum.} = 1.80 + 30.50$$

$$\Delta P \text{ Acum.} = 32.30 \text{ Pa}$$

Tramo 3 – A :

$$P_{it} = 980 \text{ Mcal/h}, \quad N^{a}inst. = 28, \quad L = 3 \text{ m}, \quad \varnothing = 3/4",$$

$$f_s = 0.32 \text{ (de Tabla 5.5.1, elegimos el } f_s \text{ para 03 artefactos de rango 21-30)}$$

$$P_{cp} = P_{it} \times f_s = 313.6 \text{ Mcal/h}$$

$$P_{cp} \text{ (tabla)} = 326 \text{ Mcal/h}$$

Ingresamos a tabla 5.7.4 para determinar el  $\Delta P$ .

$$\Delta P = 2.8 \text{ Pa}$$

$$\Delta P \text{ Acum.} = \Delta P + \Delta P \text{ Acum. (Tramo 2-3)}$$

$$\Delta P \text{ Acum.} = 2.8 + 30.50$$

$$\Delta P \text{ Acum.} = 33.30 \text{ Pa}$$

- Del mismo modo que en el cálculo para la línea de media presión se va completando el cuadro. (Ver plano isométrico P001 y P002).

# CÁLCULO DE TUBERÍAS EN MEDIA PRESIÓN GN

## BLOQUE I Y BLOQUE II

Tramo	Pit (Mcal/h)	N° inst.	Fs	Pcp (Pit*Fs)	Pcp (tabla) (Mcal/h)	L (m.)	Ø (pulg.)	ΔP (Pa)	ΔP acum. (Pa)
1-2	8960	256	0.22	1971.2	1981.0	80.0	2"	20.00	20.00
2-3	1120	32	0.29	324.8	326.0	11.0	3/4"	10.50	30.50
3-4	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	1.80	32.30
3-A	980	28	0.32	313.6	326.0	3.0	3/4"	2.80	33.30
A-B	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	1.80	35.10
A-C	840	24	0.32	268.8	276.0	3.0	3/4"	2.00	35.30
C-D	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	1.80	37.10
C-E	700	20	0.35	245.0	247.0	3.0	3/4"	1.60	36.90
E-F	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	1.80	38.70
E-G	560	16	0.35	196.0	207.0	3.0	1/2"	7.00	43.90
G-H	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	1.80	45.70
G -I	420	12	0.38	159.6	175.0	3.0	1/2"	5.00	48.90
I -J	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	1.80	50.70
I -K	280	8	0.45	126.0	131.0	3.0	1/2"	2.80	51.70
K -L	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	1.80	53.50
K -M	140	4	0.59	82.6	86.0	8.0	1/2"	2.40	<b>54.10</b>
2-5	7840	224	0.22	1724.8	1772.0	20.0	2"	4.00	24.00
5-6	1120	32	0.29	324.8	326.0	11.0	3/4"	10.50	34.50
6-7	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	1.80	36.30
6-A	980	28	0.32	313.6	326.0	3.0	3/4"	2.80	37.30
A-B	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	1.80	39.10
A-C	840	24	0.32	268.8	276.0	3.0	3/4"	2.00	39.30
C-D	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	1.80	41.10
C-E	700	20	0.35	245.0	247.0	3.0	3/4"	1.60	40.90
E-F	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	1.80	42.70
E-G	560	16	0.35	196.0	207.0	3.0	1/2"	7.00	47.90
G-H	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	1.80	49.70
G -I	420	12	0.38	159.6	175.0	3.0	1/2"	5.00	52.90
I -J	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	1.80	54.70
I -K	280	8	0.45	126.0	131.0	3.0	1/2"	2.80	55.70
K -L	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	1.80	57.50
K -M	140	4	0.59	82.6	86.0	8.0	1/2"	2.40	<b>58.10</b>

# CÁLCULO DE TUBERÍAS EN MEDIA PRESIÓN GN

## BLOQUE III Y BLOQUE IV

Tramo	Pit (Mcal/h)	N° inst.	Fs	Pcp (Pit*Fs)	Pcp (tabla) (Mcal/h)	L (m.)	Ø (pulg.)	ΔP (Pa)	ΔP acum. (Pa)
5-8	6720	192	0.22	1478.4	1535.0	20.0	2"	3.00	27.00
8-9	1120	32	0.29	324.8	326.0	11.0	3/4"	10.50	37.50
9-10	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	1.80	39.30
9-A	980	28	0.32	313.6	326.0	3.0	3/4"	2.80	40.30
A-B	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	1.80	42.10
A-C	840	24	0.32	268.8	276.0	3.0	3/4"	2.00	42.30
C-D	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	1.80	44.10
C-E	700	20	0.35	245.0	247.0	3.0	3/4"	1.60	43.90
E-F	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	1.80	45.70
E-G	560	16	0.35	196.0	207.0	3.0	1/2"	7.00	50.90
G-H	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	1.80	52.70
G -I	420	12	0.38	159.6	175.0	3.0	1/2"	5.00	55.90
I -J	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	1.80	57.70
I -K	280	8	0.45	126.0	131.0	3.0	1/2"	2.80	58.70
K -L	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	1.80	60.50
K -M	140	4	0.59	82.6	86.0	8.0	1/2"	2.40	<b>61.10</b>
8-11	5600	160	0.23	1288.0	1535.0	20.0	2"	3.00	30.00
11-12	1120	32	0.29	324.8	326.0	11.0	3/4"	5.30	35.30
12-13	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	36.20
12-A	980	28	0.32	313.6	326.0	3.0	3/4"	8.00	43.30
A-B	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	44.20
A-C	840	24	0.32	268.8	276.0	3.0	3/4"	6.00	49.30
C-D	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	50.20
C-E	700	20	0.35	245.0	247.0	3.0	3/4"	5.00	54.30
E-F	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	55.20
E-G	560	16	0.35	196.0	207.0	3.0	1/2"	2.80	57.10
G-H	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	58.00
G -I	420	12	0.38	159.6	175.0	3.0	1/2"	2.00	59.10
I -J	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	60.00
I -K	280	8	0.45	126.0	131.0	3.0	1/2"	1.20	60.30
K -L	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	61.20
K -M	140	4	0.59	82.6	86.0	8.0	1/2"	1.20	<b>61.50</b>

**CÁLCULO DE TUBERÍAS EN MEDIA PRESIÓN GN**  
**BLOQUE V Y BLOQUE VI**

Tramo	Pit (Mcal/h)	N° inst.	Fs	Pcp (Pit*Fs)	Pcp (tabla) (Mcal/h)	L (m.)	Ø (pulg.)	ΔP (Pa)	ΔP acum. (Pa)
11-14	4480	128	0.24	1075.2	1253.0	20.0	2"	2.00	32.00
14-15	1120	32	0.29	324.8	326.0	11.0	3/4"	5.30	37.30
15-16	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	38.20
15-A	980	28	0.32	313.6	326.0	3.0	3/4"	8.00	45.30
A-B	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	46.20
A-C	840	24	0.32	268.8	276.0	3.0	3/4"	6.00	51.30
C-D	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	52.20
C-E	700	20	0.35	245.0	247.0	3.0	3/4"	5.00	56.30
E-F	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	57.20
E-G	560	16	0.35	196.0	207.0	3.0	1/2"	2.80	59.10
G-H	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	60.00
G -I	420	12	0.38	159.6	175.0	3.0	1/2"	2.00	61.10
I -J	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	62.00
I -K	280	8	0.45	126.0	131.0	3.0	1/2"	1.20	62.30
K -L	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	63.20
K -M	140	4	0.59	82.6	86.0	8.0	1/2"	1.20	<b>63.50</b>
14-17	3360	96	0.25	840.0	886.0	20.0	2"	1.00	33.00
17-18	1120	32	0.29	324.8	326.0	11.0	3/4"	5.30	38.30
18-19	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	39.20
18-A	980	28	0.32	313.6	326.0	3.0	3/4"	8.00	46.30
A-B	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	47.20
A-C	840	24	0.32	268.8	276.0	3.0	3/4"	6.00	52.30
C-D	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	53.20
C-E	700	20	0.35	245.0	247.0	3.0	3/4"	5.00	57.30
E-F	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	58.20
E-G	560	16	0.35	196.0	207.0	3.0	1/2"	2.80	60.10
G-H	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	61.00
G -I	420	12	0.38	159.6	175.0	3.0	1/2"	2.00	62.10
I -J	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	63.00
I -K	280	8	0.45	126.0	131.0	3.0	1/2"	1.20	63.30
K -L	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	64.20
K -M	140	4	0.59	82.6	86.0	8.0	1/2"	1.20	<b>64.50</b>



**CÁLCULO DE TUBERÍAS EN MEDIA PRESIÓN GN**  
**BLOQUE VII Y BLOQUE VIII**

Tramo	Pit (Mcal/h)	Nº inst.	Fs	Pcp (Pit*Fs)	Pcp (tabla) (Mcal/h)	L (m.)	Ø (pulg.)	ΔP (Pa)	ΔP acum. (Pa)
17-20	2240	64	0.27	604.8	633.0	20.0	1"	14.00	47.00
20-21	1120	32	0.29	324.8	326.0	11.0	3/4"	5.30	52.30
21-22	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	53.20
21-A	980	28	0.32	313.6	326.0	3.0	3/4"	8.00	60.30
A-B	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	61.20
A-C	840	24	0.32	268.8	276.0	3.0	3/4"	6.00	66.30
C-D	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	67.20
C-E	700	20	0.35	245.0	247.0	3.0	3/4"	5.00	71.30
E-F	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	72.20
E-G	560	16	0.35	196.0	207.0	3.0	1/2"	2.80	74.10
G-H	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	75.00
G -I	420	12	0.38	159.6	175.0	3.0	1/2"	2.00	76.10
I -J	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	77.00
I -K	280	8	0.45	126.0	131.0	3.0	1/2"	1.20	77.30
K -L	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	78.20
K -M	140	4	0.59	82.6	86.0	8.0	1/2"	1.20	<b>78.50</b>
20-23	1120	32	0.29	324.8	326.0	31.0	3/4"	24.50	71.50
23-24	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	72.40
24-A	980	28	0.32	313.6	326.0	3.0	3/4"	8.00	79.50
A-B	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	80.40
A-C	840	24	0.32	268.8	276.0	3.0	3/4"	6.00	85.50
C-D	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	86.40
C-E	700	20	0.35	245.0	247.0	3.0	3/4"	5.00	90.50
E-F	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	91.40
E-G	560	16	0.35	196.0	207.0	3.0	1/2"	2.80	93.30
G-H	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	94.20
G -I	420	12	0.38	159.6	175.0	3.0	1/2"	2.00	95.30
I -J	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	96.20
I -K	280	8	0.45	126.0	131.0	3.0	1/2"	1.20	96.50
K -L	140	4	0.59	82.6	86.0	5.0	1/2"	0.90	97.40
K -M	140	4	0.59	82.6	86.0	8.0	1/2"	1.20	<b>97.70</b>

### 5.8.2.2 Cálculo de línea en Baja Presión de GN

En esta parte se considera la línea que viene desde el regulador de baja presión (Segunda etapa A) que se encuentra exactamente a la salida del medidor de gas hasta los puntos de consumo.

#### Cálculo para Depart. N°1

- Tramo M1- P :

$$P_{it} = 35 \text{ Mcal/h}, \quad N^{\text{a}}_{\text{inst.}} = 1, \quad L = 4 \text{ m}, \quad \varnothing = 3/4'',$$

$f_s = 1$  (de Tabla 5.5.1, elegimos el  $f_s$  para vivienda unifamiliar)

$$P_{cp} = P_{it} \times f_s = 35 \text{ Mcal/h}$$

$$P_{cp} (\text{tabla}) = 36 \text{ Mcal/h}$$

Ingresamos a tabla 5.7.5 para determinar el  $\Delta P$

$$\Delta P = 36 \text{ Pa}$$

$$\Delta P_{\text{Acum.}} = 36 \text{ Pa}$$

- Tramo P- Cocina :

$$P_{it} = 8 \text{ Mcal/h}, \quad L = 1 \text{ m}, \quad \varnothing = 1/2'', \quad f_s = 1$$

$$P_{cp} = P_{it} \times f_s = 8 \text{ Mcal/h}$$

$P_{cp} (\text{tabla}) = 8 \text{ Mcal/h}$ , Ingresamos a tabla 5.7.5 para determinar el  $\Delta P$

$$\Delta P = 6 \text{ Pa}$$

$$\Delta P_{\text{Acum.}} = 6 + \Delta P_{\text{Acum}} (\text{Tramo M1-P})$$

$$\Delta P_{\text{Acum}} = 42 \text{ Pa}$$

- Tramo P- Q :

$$P_{it} = 27 \text{ Mcal/h}, \quad L = 5\text{m}, \quad \varnothing = 3/4'', \quad f_s = 1$$

$$P_{cp} = P_{it} \times f_s = 27 \text{ Mcal/h}$$

$P_{cp} (\text{tabla}) = 27 \text{ Mcal/h}$  , Ingresamos a tabla 5.7.5 para determinar el  $\Delta P$ .

$$\Delta P = 25 \text{ Pa}$$

$$\Delta P \text{ Acum.} = 25 + \Delta P \text{ Acum (Tramo M1- P)}$$

$$\Delta P \text{ Acum} = 61 \text{ Pa}$$

- Tramo Q- Secadora :

$$P_{it} = 9 \text{ Mcal/h}, \quad L = 1\text{m}, \quad \varnothing = 1/2'', \quad f_s = 1$$

$$P_{cp} = P_{it} \times f_s = 9 \text{ Mcal/h}$$

$P_{cp} (\text{tabla}) = 10 \text{ Mcal/h}$ , Ingresamos a tabla 5.75 para determinar el  $\Delta P$

$$\Delta P = 8 \text{ Pa}$$

$$\Delta P \text{ Acum.} = 8 + \Delta P \text{ Acum (Tramo P - Q)}$$

$$\Delta P \text{ Acum} = 69 \text{ Pa}$$

- Tramo Q- Calefont :

$$P_{it} = 18 \text{ Mcal/h}, \quad L = 3\text{m}, \quad \varnothing = 1/2'', \quad f_s = 1$$

$$P_{cp} = P_{it} \times f_s = 18 \text{ Mcal/h}$$

$P_{cp} (\text{tabla}) = 18 \text{ Mcal/h}$ , Ingresamos a tabla 5.7.5 para determinar el  $\Delta P$

$$\Delta P = 42 \text{ Pa}$$

$$\Delta P \text{ Acum.} = 42 + \Delta P \text{ Acum (Tramo P - Q)}$$

$$\Delta P \text{ Acum} = 103 \text{ Pa}$$

## CÁLCULO DE TUBERÍAS EN BAJA PRESIÓN

GN

Tramo	Pit (Mcal/h)	Fs	Pcp (Pit*Fs)	Pcp (tabla) (Mcal/h)	L (m.)	Ø (pulg.)	ΔP (Pa)	ΔP acum. (Pa)
<b>Depart. N°1</b>								
M1-P	35	1	35	36	4	3/4"	36.00	36.00
P-Cocina	8	1	8	8	1	1/2"	6.00	42.00
P-Q	27	1	27	27	5	3/4"	25.00	61.00
Q-Secad.	9	1	9	10	1	1/2"	8.00	69.00
Q-Calefont	18	1	18	18	3	1/2"	42.00	<b>103.00</b>
<b>Depart. N°2</b>								
M2-P	35	1	35	41	12	1"	36.00	36.00
P-Cocina	8	1	8	8	1	1/2"	6.00	42.00
P-Q	27	1	27	27	5	3/4"	25.00	61.00
Q-Secad.	9	1	9	10	1	1/2"	8.00	69.00
Q-Calefont	18	1	18	18	3	1/2"	42.00	<b>103.00</b>
<b>Depart. N°3</b>								
M3-P	35	1	35	41	20	1"	60.00	60.00
P-Cocina	8	1	8	8	1	1/2"	6.00	66.00
P-Q	27	1	27	33	5	1"	10.00	70.00
Q-Secad.	9	1	9	10	1	1/2"	8.00	78.00
Q-Calefont	18	1	18	18	3	1/2"	42.00	<b>112.00</b>
<b>Depart. N°4</b>								
M4-P	35	1	35	41	28	1"	84.00	84.00
P-Cocina	8	1	8	8	1	1/2"	6.00	90.00
P-Q	27	1	27	33	5	1"	25.00	109.00
Q-Secad.	9	1	9	10	1	1/2"	8.00	117.00
Q-R	18	1	18	23	2	1"	2.00	111.00
R-Calefont	18	1	18	21	1	3/4"	6.00	<b>117.00</b>

De los cálculos podemos notar que en los cuatro casos no excede la caída de presión acumulada para GN en baja presión que es de 120 Pa. Entonces quiere decir que el diseño es aplicable.

## **5.9 Prueba de Hermeticidad**

Finalizada la construcción de la instalación interna y antes de ponerla en servicio, se procede a probarse con aire o un gas inerte a presión para verificar su hermeticidad.

El procedimiento básico a seguir es el siguiente:

- La prueba de hermeticidad deberá realizarse a 1,5 veces la presión máxima admisible de operación (MAPO). Tener en cuenta que no deben estar instalados los medidores, reguladores y equipos a gas. Para esto los extremos de los tramos a probar deben estar taponeados.
- Para la línea de media presión se hará a 30 Psig. durante por lo menos 30 minutos.
- Para la línea de baja presión la prueba deberá realizarse a 6 Psig (40.5 mbar) durante 15 minutos. La prueba deberá ser realizada con todas las válvulas del sistema cerradas
- Al culminar el tiempo de prueba se verifica utilizando agua jabonosa sobre la línea de gas.

De concluir la prueba satisfactoriamente, se deberá certificar por escrito, la fecha, la hora, la presión y la duración de dicha prueba.

## **5.10 Purga de Tuberías**

Después de comprobar que no existe fuga alguna en el sistema de tuberías, se procede a evacuar el aire existente en las líneas de la forma siguiente:

- Se abren las válvulas para descomprimir el aire en las líneas probadas.
- Se procede a instalar los medidores, reguladores y equipos
- Se inyecta gas a la línea para que el aire sea retirado por los quemadores de los equipos instalados.

- Una vez culminado se cierran las válvulas de cierre de la cocina, secadora y calefont.

### **5.11 Puesta en Servicio**

Para la puesta en servicio del sistema a gas debe haber “acta de entrega” en que consta:

- Que la instalación cumple con la norma
- Que ha sido verificada y ensayada
- Que el usuario ha sido informado sobre la seguridad para la operación de la instalación.

Luego se procede a encender todos los artefactos simultáneamente en presencia del usuario.

- Se verifica que operen sin variaciones en llama o problemas
- Durante el encendido se dan las explicaciones que corresponden

Finalmente el usuario debe probar sus equipos, haciendo el encendido de los mismos y apagarlos para su conformidad.

## **CAPITULO VI**

### **MEMORIA DESCRIPTIVA**

A continuación se presenta la Memoria descriptiva para el sistema de tubería con Gas Licuado de Petróleo.

#### **6.1. Antecedentes y Objetivo**

La presente memoria redacta la instalación de almacenamiento y recepción de Gas L.P., en depósitos fijos, al objeto de que sirva de base para la ejecución de la instalación y montaje de tanques Gas L.P. y de las conducciones de gas hasta llegar a los puntos de consumo, de su funcionamiento y mantenimiento posterior, así como para conseguir las autorizaciones administrativas de los Organismos Competentes.

#### **6.2. Utilización del GLP**

El proyecto concibe alimentación Gas LP al Complejo Habitacional JOSE GALVEZ, consta de 256 departamentos, cada uno de ellos cuenta con los siguientes equipos: 01 cocina, 01 calefónt y 01 secadora de ropa.

Se considera la instalación de 04 tanques de 1000 galones (aéreos) de capacidad nominal y redes GLP con medidores distribuidos en el ingreso de cada piso o nivel de cada Bloque (ver isométrico)

### 6.3. Titular de la Instalación

Datos generales de la empresa	
<b>Razón Social:</b>	Inmobiliaria XXX S.A.C.
<b>RUC:</b>	
<b>Dirección Legal:</b>	

### 6.4. Dirección o Ubicación de la Instalación

Av José Abelardo 620, Lima
----------------------------

### 6.5. Legislación Aplicable

La MEMORIA DESCRIPTIVA del presente proyecto, enuncia los procedimientos, características y/o especificaciones técnicas generales para la ejecución del proyecto del sistema para el uso del GAS L.P., teniendo en cuenta lo exigido por el REGLAMENTO DE SEGURIDAD PARA INSTALACIONES Y TRANSPORTE DE GAS LICUADO DE PETROLEO, DECRETO SUPREMO 027-94EM, TITULO VI INSTALACIONES DE GAS LICUADO DE USUARIOS de la LEY ORGANICA DE HIDROCARBUROS Y REGLAMENTOS No. 26221, y ha otras normas internacionales tomadas para estandarizaciones técnicas nuestra empresa.



## **6.6. Descripción del Sistema para el uso del GLP**

Las instalaciones de sistemas para uso del Gas L.P.(ver PLANO ISOMETRICO DE INSTALACIÓN DE REDES GAS LP), se encuentran distribuidas de la forma siguiente:

- ◆ Zona de Almacenamiento
- ◆ Válvulas y/o Accesorios del tanque
- ◆ Reguladores de 1ra Etapa
- ◆ Reguladores de 2da Etapa
- ◆ Red de Gas L.P.

### **6.6.1 Zona de Almacenamiento**

La ubicación de los **04 tanques de 1000 galones** aéreos, ubicados en el jardín del complejo habitacional previa evaluación del suelo. El tanque es fabricado con planchas de acero laminados en frío, especial para el almacenamiento de Gas L.P., situado en terrenos propiedad del titular y cuya ubicación se ha realizado, considerando los requerimientos de distancias mínimas de seguridad, según indican las normas.

El tanque de modelo cilíndrico horizontal, debidamente anclado a sus bases, esta con acondicionamiento especial de su superficie exterior con anticorrosivo, cubierto con arena de río, protección catódica y puesta a tierra. Solo los domos de los tanques están expuestos para el correcto abastecimiento. Además los letreros colocados en la

superficie superior de la fosa del tanque, de “gas combustible - no fumar” y rombos de reglamento.

Las características de identificación del tanque de almacenamiento de Gas L.P., son las siguientes:

<b>Propietario del tanque</b>	REPSOL YPF COMERCIAL DEL PERU S.A.
<b>Cantidad de tanques a instalar</b>	Cuatro (04)
<b>Capacidad de los tanques</b>	1000 Galones de Agua Cap. nominal
<b>Tipo de instalación</b>	Aéreo
<b>No. de serie del tanque</b>	207513
<b>Fabricante</b>	Trinity Industries - MÉXICO
<b>Especificación de fabricación</b>	Código ASME – SECCION VIII
<b>Tipo de Acero (material cuerpo)</b>	SA-455
<b>Tipo de Acero (material tapa)</b>	SA-285C
<b>Espesor de cuerpo</b>	0.248”
<b>Espesor de tapa</b>	0.210”
<b>Diámetro Interior</b>	3’0.924”
<b>Longitud Total</b>	6’10.25”
<b>Presión de prueba</b>	500 psi
<b>Presión máxima de trabajo</b>	250 psi a 125°F
<b>Año de fabricación</b>	1998

#### 6.6.2 Válvulas y/o Accesorios.

El tanque cuenta con los siguientes elementos de medición y de seguridad:

<b>Cant.</b>	<b>Accesorio</b>	<b>Conexión</b>	<b>Material</b>
01	Multivalvula Contiene: Conexión al tanque, salida para servicio de vapor. Conexión para retorno de vapor. Indicador de nivel Conexión de manómetro	¾ MNPT female POL 1 1/4" M.acme dip tubo Standard "DT" ¼" FNPT	Material Bronce
01	6.6.1. Válvula de Llenado	1 ¼" MNPT conex. Tanque 1 ¾" Acme conex. manguera	Material Bronce 112 GPM Pres. Dif. 10 Psig.
01	6.6.1. Válvula de seguridad	1 1/4" MNPT Conexión al tanque	Material Bronce Pres. 250 Psig.
01	6.6.1. Válvula de Drenaje o Trasiego	1" MNPT	Bronce
01	6.6.1. Medidor de Volumen en %	1 1/4" Conexión al tanque	Bronce
02	6.6.1. Manómetro	63 mm de diam. De reloj escala de 0 – 300 Psig ¼" FNPT	

A continuación se describe brevemente la función de cada componente:

Accesorios del tanque	Función
Válvula de Seguridad	Ubicada en la zona de la fase vapor o gas, y calibrada a una presión de apertura de 250 psi. es instalada con la finalidad de aliviar la presión interna del tanque, si se produjera una sobrepresión.
Válvula de Llenado	Esta válvula tiene como misión permitir el llenado de GLP en fase líquida, desde el camión cisterna de suministro.
Válvula de Servicio o Multiválvula	Esta válvula es la encargada de controlar la salida de GLP del deposito a los puntos de consumo.
Válvula de retorno de vapores	Se emplea con el fin de mantener un equilibrio de presiones entre las fases gaseosas, al momento de efectuar un trasvase.
Válvula de drenaje	Válvula empleada para la extracción de GLP en fase líquida, en caso sea necesario el vaciado del deposito.
Indicador de nivel	Sistema de palancas y flotador que indica la cantidad porcentual aproximada de GLP en fase líquida existente en cualquier momento, en el deposito.
Manómetro	Permite leer la presión del gas en el interior del tanque, la cual es variable y depende de la temperatura y de la composición del gas.
Placa de Identificación	Placa que contiene los datos importantes del tanque, como por ejemplo el año de fabricación, la capacidad del tanque, presiones de trabajo y prueba, entre otros.

### 6.6.3 Red de Suministro

La red de gas se distribuye en cuatro etapas.

La primera etapa (**Alta Presión - Presión 80 Psig**) comprende el tramo desde salida de tanques GLP hasta el regulador Fisher 627-6210 (1ª etapa).

La segunda etapa (**Media Presión B - Presión 20 Psig**) comprende desde el regulador ubicado en el tanque (Fisher 627-6210) hasta los reguladores en cada de medidor Briffault RB150.

La tercera etapa (**Media Presión A - Presión 2 Psig**) comprende desde el regulador ubicado antes de cada medidor (RB150) hasta los reguladores de baja presión Briffault RB27.

La cuarta etapa (**Baja presión - Presión 11" columna de agua**), desde los reguladores de baja presión (RB27) hasta los equipos de consumo.

A continuación se detallan las características de los reguladores:

Tipo	Capacidad Btu/h	Conexión Entrada	Conexión Salida	Rango Presión Salida	Presión Salida Fija
FISHER 627-6210 04 Unidades	10 755 000	½"	½ "	5-20 PSIG	10 PSIG
RB150 Briffault 256 Unidades	280000	½"	½ "	2PSIG	2PSIG
RB27 Briffault 256 Unidades	200000	½"	½ "	11" WC	11"WC

## **6.6.4 Red de Tuberías**

### **6.6.4.1 Descripción**

La red de distribución se inicia a la salida del tanque que tiene una conexión flexible para llegar al regulador Fisher 627-6210 de primera etapa. Luego continua con tubería de Cobre tipo L de 1 ½", ¾", ½", suministrando gas a Media Presión B (20PSI) que llega a los reguladores Fisher RB150 ubicados en cada medidor. Luego continua el gas a Media Presión A (2PSI) que llega a los reguladores Fisher RB27 ubicados a la salida de Medidor. Finalmente se continua con tubería de Cobre tipo L de ¾", ½" suministrando gas a Baja Presión (11" WC) que llega a los artefactos ubicados en cada departamento

#### Descripción de Medidores

USUARIOS	MARCA	CANTIDAD	PRESION MÁXIMA	CAUDAL MAXIMO
256	ELSTER AMCO	256	1 BAR	6 M3 / HR

### **6.6.4.2 Conducciones de tuberías**

En las conducciones vistas, el montaje se realiza en superficie sujeta sobre la pared con grapas o abrazaderas situadas a cada 3 metros como máximo. En los puntos en que las conducciones atraviesen paredes o pisos o techos forjados, se hará mediante pasamuros.

La tubería de baja presión atraviesa empotrada sobre el piso y paredes de los departamento. Ver diagrama esquemático del plano adjunto.

#### **6.6.4.3 La Tubería, Conexiones, Soldadura y Válvulas**

Las tuberías empleadas para la instalación de la red, es de cobre estirado tipo “L” rígido (duro), los accesorios de unión son de cobre o de bronce., que son fabricados de una sola pieza.

La soldadura de las uniones se realizarán mediante la aplicación de soldadura fuerte (a más de 600 °C por capilaridad, el material de aporte tiene aleación del 15 % de plata).

Las válvulas serán estancas al exterior en todas sus posiciones, herméticas en su posición cerrada, presentan paso recto y completo de flujo, son de cierre rápido, para la apertura y posterior cierre, solo basta con  $\frac{1}{4}$  de giro de la manilla, y de acuerdo a la posición de esta se determina el sentido del flujo.

#### **6.7 Accesos al Tanque para el Transvase**

La cisterna de transvase de la empresa suministradora puede acceder hasta una determinada zona del predio. Por lo cual el suministro será directo desde la cisterna al tanque conectados en las válvulas de llenado y retorno. El transvase se realizara a través de manguera de alta presión para gas licuado.

## **6.8 Cimentación**

La superficie del terreno en la zona de ubicación del deposito será horizontal, El tanque se apoyará sobre soportes capaces de resistir la carga que se produce durante la prueba hidrostática , que permite las dilataciones y contracciones térmicas (Ver anexo)

## **6.9 Prueba de Hermeticidad**

Antes de la puesta en servicio de la instalación del sistema para uso del Gas L.P., todo el sistema debe ser sometido a la prueba de hermeticidad con aire, gas inerte, a una presión de 30 Psig para el tramo de media presión (desde la salida del tanque hasta el ingreso de los medidores), durante 30 minutos como mínimo de tiempo, y a 0.6 Psig para la línea de baja presión en un tiempo de 15 minutos como mínimo, comprobándose todas las juntas con agua jabonosa y verificando si hay caída de presión en el manómetro utilizado para la prueba.

## **6.10 Seguridad**

De acuerdo con la capacidad de almacenamiento de la instalación y la disposición del depósito fijo y visible, en las inmediaciones del tanque, con rápido y fácil acceso, debe instalarse como mínimo un extintor de fuego tipo ABC, polvo químico seco de por lo menos 12 kilogramos de capacidad para cada tanque.



CONDICIONES DE SEGURIDAD
<p>Artículo No. 127 del D.S. 027-94EM</p> <p>Los tanques estacionarios para usuarios de GLP a granel serán ubicados conforme a la escala de distancias establecidas, para este caso será de 1.5 metros entre tanques y/o edificios más cercanos y 15 metros al límite de propiedad contiguo, así mismo la instalación será conforme a la Norma 58 de la NFPA y al Código ASME - Sección VIII, por ser una instalación con tanques estacionarios soterrados.</p>
<p>Artículo No. 128 del D.S. 027-94EM</p> <p>Los tanques estacionarios para usuarios de GLP a granel deberán ser instalados o ubicados en zonas accesibles, de tal manera que el abastecimiento de Gas Licuado a granel desde camiones tanque se lleve a cabo en forma fácil y segura.</p>
<p>Artículo No. 130 del D.S. 027-94EM</p> <p>La zona de tanques estacionarios para almacenamiento de GLP a granel estará libre de material combustible, de forma tal que la afectación a otras áreas, en caso de combustión, sea mínimo.</p> <p>Así mismo, se dispondrá de un número suficiente de extintores de polvo químico seco, certificado por UL o Norma Técnica Peruana, para que sean utilizados con el fin de evitar que el área sea comprometida desde instalaciones adyacentes.</p>
<p>Letreros de aviso</p> <p>En el área donde se encuentran soterrados los tanques se deberán colocar carteles de aviso claros y ubicados en lugares visibles indicando las leyendas “Gas Inflamable - Prohibido fumar y / o encender fuego - No se permite la entrada a personas ajenas al servicio “.</p>

### **6.11 Impacto Ambiental**

El gas a utilizar, Gas L.P., es un producto no tóxico, y además, los gases quemados productos de su combustión son limpios y exentos de azufre, por lo que no se producirá contaminación ambiental.

### **6.12 Planos**

Plano Isométrico de línea matriz y zona de tanques de 1000 galones.

Plano Isométrico de distribución vertical de Redes.

Plano Isométrico de línea de baja presión.

## CAPITULO VII

### EVALUACION ECONOMICA

El análisis económico del presente proyecto tiene como fin cuantificar y evaluar las bondades intrínsecas que tienen ambos gases que son el gas licuado y gas natural y del flujo real de beneficios que conllevará su uso masivo en los usuarios. Para tal efecto se presentan ambos presupuestos.

#### 7.1. Presupuesto del Sistema de Tuberías de Gas Licuado de Petróleo

##### VALORIZACION DE MATERIALES

Obra: Complejo Habitacional José Gálvez

GAS LICUADO DE PETROLEO

Cant.	Descripción	Unid.	Dólares	Dólares	Total
			P. Unit	Inc. I.G.V.	Inc. I.G.V.
1600	Abrazadera 1/2" 01 oreja	Unid.	0.14	0.17	266.56
768	Abrazadera 3/4" 01 oreja	Unid.	0.24	0.29	219.34
16	Abrazaderas 1 x 3/4"	Unid.	1.20	1.43	22.81
264	Adaptador Bronce 5/8" x 1/2" SO HE	Unid.	1.12	1.33	351.86
4.0	Adaptador Bronce 5/8" x 1/4" SO HE	Unid.	0.79	0.94	3.76
4.0	Adaptador Bronce 5/8" x 3/4" SO HE	Unid.	1.22	1.45	5.81
256	Adaptador Bronce 5/8" x 3/8" SO HE	Unid.	0.89	1.06	271.13
1024	Adaptador Cobre o Bronce 1/2"SO HE	Unid.	0.60	0.71	731.14
1.0	Bórax	Kg.	4.00	4.76	4.76
4.0	Broca para concreto de 1/2" x 6	Unid.	11.00	13.09	52.36

4.0	Chicote Pool x 1/4	Unid.	2.96	3.52	14.09
282	Cinta Teflón 1/2" x 12 mt. Marca AMS	Unid.	0.30	0.36	100.67
4.0	Codo Acero 1/4" 300 LBS	Unid.	1.52	1.81	7.24
256	Codo Cobre o Bronce 1/2"x90 gr. SO HE	Unid.	1.45	1.72	440.81
3.0	Codo Cobre o Bronce 1 1/2" x 90 gr. soldar	Unid.	2.59	3.08	9.25
512	Codo Cobre o Bronce 1/2" x 90 gr. SO HI	Unid.	1.21	1.44	737.23
1600	Codo Cobre o Bronce 1/2" x 90 gr. soldar	Unid.	0.22	0.26	411.26
912	Codo Cobre o Bronce 3/4" x 90 gr. soldar	Unid.	0.50	0.60	542.64
10	Esmalte sintético Amarillo Ocre	Gl	11.00	13.09	130.90
50	Esponja	Unid.	0.21	0.24	12.20
5.0	Gas (balón de 10 kg.)	Unid.	10.50	12.50	62.48
2.0	Hoja de Sierra	Unid.	1.49	1.77	3.55
120	Lija N° 80 - 1 1/2. Marca Asa para cobre	Unid.	0.50	0.60	71.40
768	Llave Gas Nibsa NLO 33; 3/8" diám.	Unid.	5.04	6.00	4606.16
8.0	Manómetro 0-300 Dial 2 - 2 1/2" Con. 1/4"	Unid.	11.38	13.54	108.34
4.0	Manómetro 0 - 60 Dial 2 - 2 1/2" Con. 1/4"	Unid.	11.38	13.54	54.17
1.0	Metal plástico. Marca Lebetón, Cod. 2034	Kg.	6.50	7.74	7.74
4.0	Niple 1/4 x 1 1/2 FG	Unid.	0.18	0.21	0.86
12	Niple Ac Sch80 1/4 x 2"	Unid.	0.68	0.81	9.71
1044	Reducción Cu 3/4" a 1/2"	Unid.	0.53	0.63	658.45
8.0	Reducción Cu 1 1/2" a 3/4"	Unid.	2.29	2.73	21.80
4.0	Reducción FG 1/2 a 1/4	Unid.	0.55	0.65	2.62
4.0	Regulador Fisher 627-6210 primera etapa	Unid.	260.00	309.40	1237.60
1204	Soldadura plata al 15% c/cobre fosforoso	Unid.	1.85	2.20	2650.61
512	Tapón Macho F/G 1/2" x 150 lb.	Unid.	0.27	0.32	164.51
2368	Tarugos 1/2"	Unid.	0.10	0.12	290.25
7.0	Tee Cobre o Bronce 1 1/2" soldar	Unid.	5.33	6.34	44.40
816	Tee Cobre o Bronce 1/2" soldar	Unid.	0.34	0.40	330.15
523	Tee Cobre o Bronce 3/4" soldar	Unid.	0.83	0.99	516.57
4.0	Tee FN 1/4 300 LBS	Unid.	1.51	1.80	7.19
512	Thiner	Lt.	4.10	4.88	2498.05
2368	Tirafones 1/4" x 1 1/2"	Unid.	0.13	0.15	360.69
10	Trapo industrial	Kg	1.10	1.31	13.09

200	Tubería Cobre rígido tipo "L" 1 1/2"	Mt.	9.70	11.54	2308.60
5506	Tubería Cobre rígido tipo "L" 3/4"	Mt.	4.02	4.78	26339.60
1778	Tubería Cobre rígido tipo "L" 1/2"	Mt.	2.37	2.82	5014.49
67	Tubo PVC 1 3/4"	Unid.	0.93	1.11	73.78
20	Tubo PVC 1"	Unid.	0.80	0.95	19.04
768	Tuerca c/pin para regulador	Unid.	1.35	1.61	1233.79
768	Tuerca Unión Llave Gas Nibsa 1/2" salida	Unid.	0.53	0.62	479.81
34	Unión Simple Cobre o Bronce 1 1/2" soldar	Unid.	1.42	1.69	57.45
92	Unión Simple Cobre o Bronce 3/4" soldar	Unid.	0.30	0.36	32.84
120	Unión Simple Cobre o Bronce 1/2" soldar	Unid.	0.15	0.18	21.42
1.0	Unión Universal Bronce 1 1/2" soldar	Unid.	10.50	12.50	12.50
4.0	Unión Universal Bronce 3/4" soldar	Unid.	3.40	4.05	16.18
256	Unión Universal Bronce 1/2" soldar	Unid.	2.00	2.38	609.28
1.0	Válvula Bola 1 1/2" Apollo Mod. 80-103-00	Unid.	36.00	42.84	42.84
6.0	Válvula Bola 3/4" Apollo Mod. 80-103-00	Unid.	14.04	16.71	100.25
64	Válvula Bola 1/2" Apollo Mod. 80-103-00	Unid.	9.33	11.10	710.57
4.0	Válvula Bola 1/4" Apollo Mod. 80-103-00	Unid.	8.70	10.35	41.41
30	Waype blanco de primera	Kg	2.29	2.73	81.75
					<b>55251.78</b>

<b>Materiales sin IGV :</b>	<b>46,430.07</b>
-----------------------------	------------------

<b>MANO DE OBRA:</b>					
60	INGENIERO	H-H	6.50		390.00
50	DIBUJANTE CAD	H-H	6.30		315.00
10	PLOTEO PLANO CAD FORMATO A2	UND	3.25		32.50
178	SUPERVISOR DE OBRA (INGENIERO)	H-H	6.50		1157.00
182	TÉCNICO	H-H	3.60		655.20
676	OFICIAL - OPERARIO	H-H	1.90		1284.40
688	AYUDANTE	H-H	1.35		928.80
80	PINTOR	H-H	2.50		200.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA:</b>					<b>4,962.90</b>

	<b>FACILIDADES:</b>				
88	VEHICULO OBRERO	H-M	2.50		220.00
88	VEHICULO SUPERVISOR	H-M	3.00		264.00
84	VEHICULO LOGISTICO LIVIANO	H-M	4.00		336.00
82	COMBUSTIBLE VEHICULO - GAS LP	GAL	1.80		147.60
164	COMBUSTIBLE VEHICULO - DIESEL 2	GAL	2.45		401.80
82	COMBUSTIBLE VEHIC.- GASOLINA	GAL	3.87		317.34
83	CAJA DE HERRAMIENTAS	D-H	1.20		99.60
83	EQUIPO DE SOLDAR	DIA	7.00		581.00
83	CORTATUBO HASTA 2"	DIA	1.21		100.43
83	TALADRO	DIA	1.45		120.35
10	COMPRESORA	DIA	20.00		200.00
	<b>TOTAL FACILIDADES:</b>				<b>2788.12</b>

<b>SUB-TOTAL (COSTOS DIRECTOS; US \$):</b>	<b>54,181.09</b>
<b>GASTOS GENERALES + UTILIDAD (22,5 %):</b>	<b>12,190.74</b>
<b>GRAN TOTAL (US \$ SIN IGV):</b>	<b>66,371.83</b>

El Presupuesto No Incluye el costo de:

- Tanques estacionarios de 1000 galones
- Reguladores de segunda etapa RB-150 ni RB-27
- Medidores ABB Elster
- Obras civiles, tales como: bases para tanque, picados, resanes, etc
- Pintado, traslado e izaje del tanque

Que estará a cargo de la empresa proveedora de gas licuado de petróleo, como por ejemplo en nuestro medio lo hace Repsol YPF, Lima Gas, Zeta Gas, entre otros.

## 7.2. Presupuesto del Sistema de Tuberías de Gas Natural

### VALORIZACION DE MATERIALES

Obra: Complejo Habitacional José Gálvez

#### **GAS NATURAL**

Cant.	Descripción	Unid.	Dólares	Dólares	Total
			P. Unit	Inc. I.G.V.	Inc. I.G.V.
1568	Abrazadera 1/2" 01 oreja	Unid.	0.14	0.17	261.23
768	Abrazadera 3/4" 01 oreja	Unid.	0.24	0.29	219.34
48	Abrazaderas 1 x 3/4"	Unid.	1.20	1.43	68.42
256	Adaptador Bronce 5/8" x 1/2" SO HE	Unid.	1.12	1.33	341.20
256	Adaptador Bronce 5/8" x 3/8" SO HE	Unid.	0.89	1.06	271.13
1024	Adaptador Cobre o Bronce 1/2" SO HE	Unid.	0.60	0.71	731.14
1.0	Bórax	Kg.	4.00	4.76	4.76
4.0	Broca para concreto de 1/2" x 6	Unid.	11.00	13.09	52.36
270	Cinta Teflón 1/2" x 12 mt. Marca AMS	Unid.	0.30	0.36	96.39
256	Codo Cobre o Bronce 1/2"x90 gr.SO HE	Unid.	1.45	1.72	440.81
512	Codo Cobre o Bronce 1" x 90 gr. soldar	Unid.	1.00	1.19	609.28
512	Codo Cobre o Bronce 1/2" x 90 gr. SO HI	Unid.	1.21	1.44	737.23
1600	Codo Cobre o Bronce 1/2" x 90 gr. soldar	Unid.	0.22	0.26	411.26
3.0	Codo Cobre o Bronce 2" x 90 gr. soldar	Unid.	4.71	5.60	16.81
265	Codo Cobre o Bronce 3/4" x 90 gr. soldar	Unid.	0.50	0.60	157.68
10	Esmalte sintético Amarillo Ocre	Gl	11.00	13.09	130.90
50	Esponja	Unid.	0.21	0.24	12.20
5.0	Gas (balón de 10 kg.)	Unid.	10.50	12.50	62.48
2.0	Hoja de Sierra	Unid.	1.49	1.77	3.55
120	Lija N° 80 - 1 1/2. Marca Asa para cobre	Unid.	0.50	0.60	71.40
768	Llave Gas Nibsa NLO 33; 080 3/8" diám.	Unid.	5.04	6.00	4606.16
1.0	Metal plástico. Marca Lebetón, Cod. 2034	Kg.	6.50	7.74	7.74
768	Reducción Cu 1" a 1/2"	Unid.	1.00	1.19	913.92

2.0	Reducción Cu 1" a 3/4"	Unid.	1.00	1.19	2.38
1.0	Reducción Cu 2" a 1"	Unid.	3.55	4.22	4.22
7.0	Reducción Cu 2" a 3/4"	Unid.	3.55	4.22	29.57
296	Reducción Cu 3/4" a 1/2"	Unid.	0.53	0.63	186.69
1460	Soldadura plata al 15% c/cobre fosforoso	Unid.	1.85	2.20	3214.19
512	Tapón Macho F/G 1/2" x 150 lb.	Unid.	0.27	0.32	164.51
2336	Tarugos 1/2"	Unid.	0.10	0.12	286.32
7.0	Tee Cobre o Bronce 1 1/2" soldar	Unid.	5.33	6.34	44.40
520	Tee Cobre o Bronce 3/4" soldar	Unid.	0.83	0.99	513.60
816	Tee Cobre o Bronce 1/2" soldar	Unid.	0.34	0.40	330.15
20	Thiner	Lt.	4.10	4.88	97.58
2336	Tirafones 1/4" x 1 1/2"	Unid.	0.13	0.15	355.82
10	Trapo industrial	Kg	1.10	1.31	13.09
180	Tubería Cobre rígido tipo "L" 2"	Mt.	9.70	11.54	2077.74
4628	Tubería Cobre rígido tipo "L" 1"	Mt.	5.79	6.89	31887.38
1269	Tubería Cobre rígido tipo "L" 3/4"	Mt.	4.02	4.78	6070.64
1386	Tubería Cobre rígido tipo "L" 1/2"	Mt.	2.37	2.82	3908.94
20	Tubo PVC 1"	Unid.	0.93	1.11	22.13
67	Tubo PVC 2 1/2"	Unid.	0.98	1.17	77.75
23	Unión Simple Cobre o Bronce 2" soldar	Unid.	2.35	2.80	65.25
80	Unión Simple Cobre o Bronce 3/4" soldar	Unid.	0.30	0.36	28.56
120	Unión Simple Cobre o Bronce 1/2" soldar	Unid.	0.15	0.18	21.42
1.0	Unión Universal Bronce 2" soldar	Unid.	10.50	12.50	12.50
256	Unión Universal Bronce 1/2" soldar	Unid.	2.00	2.38	609.28
1.0	Válvula de Bola 2" Apollo	Unid.	45.00	53.55	53.55
64	Válvula de Bola 1/2" Apollo	Unid.	8.70	10.35	662.59
35	Waype blanco de primera	Kg	2.29	2.73	95.38
					<b>61063.01</b>

<b>Materiales sin IGV :</b>	<b>51,313.45</b>
-----------------------------	------------------



<b>MANO DE OBRA:</b>					
50	INGENIERO	H-H	6.50		325.00
35	DIBUJANTE CAD	H-H	6.30		220.50
10	PLOTEO PLANO CAD FORMATO A2	UND.	3.25		32.50
166	SUPERVISOR DE OBRA (INGENIERO)	H-H	6.50		1079.00
166	TÉCNICO	H-H	3.60		597.60
664	OFICIAL - OPERARIO	H-H	1.90		1261.60
664	AYUDANTE	H-H	1.35		896.40
80	PINTOR	H-H	2.50		200.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA:</b>					<b>4,612.60</b>

<b>FACILIDADES:</b>					
84	VEHICULO OBRERO	H-M	2.50		210.00
84	VEHICULO SUPERVISOR	H-M	3.00		252.00
84	VEHICULO LOGISTICO LIVIANO	H-M	4.00		336.00
80	COMBUSTIBLE VEHIC. - GAS LP	GAL	1.80		144.00
164	COMBUSTIBLE VEHIC. - DIESEL 2	GAL	2.45		401.80
82	COMBUSTIBLE VEHIC. - GASOLINA	GAL	3.87		317.34
83	CAJA DE HERRAMIENTAS	D-H	1.20		99.60
83	EQUIPO DE SOLDAR	DIA	7.00		581.00
83	CORTATUBO HASTA 2"	DIA	1.21		100.43
83	TALADRO	DIA	1.45		120.35
10	COMPRESORA	DIA	20.00		200.00
<b>TOTAL FACILIDADES:</b>					<b>2762.52</b>

<b>SUB-TOTAL (COSTOS DIRECTOS; US \$):</b>	<b>58,688.57</b>
<b>GASTOS GENERALES + UTILIDAD (22,5 %):</b>	<b>13,204.93</b>
<b>GRAN TOTAL (US \$ SIN IGV):</b>	<b>71,893.50</b>

El Presupuesto No Incluye:

- Interconexión a la troncal de gas natural
- Reguladores de segunda etapa
- Medidores

Que en la actualidad está a cargo Cálidda, empresa distribuidora del gas natural para Lima y Callao.

### 7.3. Análisis de Resultados

Del resultado de ambos presupuestos, podemos apreciar que el costo por instalación del sistema de tuberías a gas natural (GN) es mayor que el sistema a gas licuado de petróleo (GLP) que lo presentamos a continuación en nuestro cuadro resumen:

Descripción	Und.	Monto Total	Costo/Dep.
Costo de Instalación con GLP	\$	66,371.83	259.26
Costo de Instalación con GN	\$	71,893.50	280.83

El costo es mayor con GN debido a que las tuberías especialmente la línea matriz y de baja presión son de mayor diámetro en comparación del sistema a GLP.

Este tipo de instalaciones que ya se están realizando en la actualidad en nuestro País principalmente en la ciudad de Lima, son los propietarios quienes al final financian el

costo de la instalación, dividiendo el costo total entre la cantidad de viviendas a utilizar el gas, en este caso tenemos 256 viviendas.

Del cuadro resumen, podemos ver que el costo que tiene que pagar cada usuario por la instalación con GN es relativamente mayor en \$ 21.57 que con GLP.

Según último informe público de la empresa Calidda, (Empresa distribuidora de Gas Natural), la inversión que tiene que hacer el propietario para recibir el GN a través de tuberías domiciliarias bordea los \$ 360.00. Para ello, Calidda ofrece planes de crédito hasta por 36 meses.

#### 7.4. Análisis de Costo por Consumo del Gas Natural Vs. el Gas Licuado

Una vez instalado nuestra línea de gas (GN o GLP), pasamos analizar el costo por consumo del producto en el cuadro siguiente:

<b>Ahorro</b>	✓ Si en la vivienda se emplea el gas L.P <b>sólo para la cocina:</b>						
	<table><tr><td>➤ Costo balón de 10 kgs.</td><td>= S/.31 prom.</td></tr><tr><td>➤ Costo equivalente en GN</td><td>= S/.16 soles.</td></tr><tr><td>➤ <b>Ahorro</b></td><td>= <b>S/.15 soles (48%)</b></td></tr></table>	➤ Costo balón de 10 kgs.	= S/.31 prom.	➤ Costo equivalente en GN	= S/.16 soles.	➤ <b>Ahorro</b>	= <b>S/.15 soles (48%)</b>
➤ Costo balón de 10 kgs.	= S/.31 prom.						
➤ Costo equivalente en GN	= S/.16 soles.						
➤ <b>Ahorro</b>	= <b>S/.15 soles (48%)</b>						
	✓ Si se consume 1 balón de GLP de 10 kgs/mes en la <b>cocina</b> y se utiliza durante 30 días/mes 1 <b>terma</b> de 60 lts (60 °C):						
	<table><tr><td>➤ Costo actual (gas + elect.)</td><td>= S/. 65 soles.</td></tr><tr><td>➤ Costo equivalente en GN</td><td>= S/. 25 soles</td></tr><tr><td>➤ <b>Ahorro</b></td><td>= <b>S/. 40 soles (62%)</b></td></tr></table>	➤ Costo actual (gas + elect.)	= S/. 65 soles.	➤ Costo equivalente en GN	= S/. 25 soles	➤ <b>Ahorro</b>	= <b>S/. 40 soles (62%)</b>
➤ Costo actual (gas + elect.)	= S/. 65 soles.						
➤ Costo equivalente en GN	= S/. 25 soles						
➤ <b>Ahorro</b>	= <b>S/. 40 soles (62%)</b>						

Del cuadro anterior podemos ver que a largo plazo el gas natural se convertirá en un recurso rentable para los usuarios, ya que representa un ahorro fundamental para las familias, ahorro que le permitirá paliar otras necesidades.

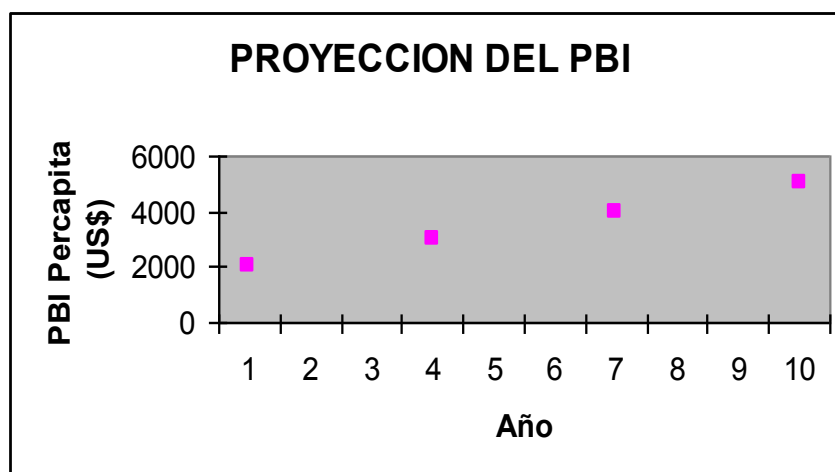
### **7.5. Factor de Desarrollo en la Economía Nacional**

El gas natural es un recurso estratégico que dinamizará la economía nacional. Su explotación, producción y comercialización impulsará a otros sectores económicos, mejorando el nivel de vida de las unidades familiares.

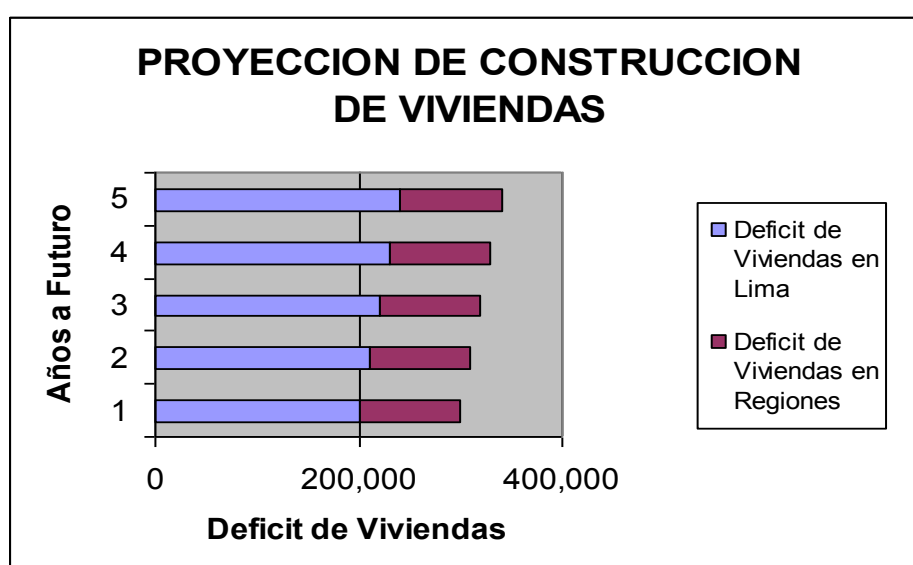
Es un factor de desarrollo económico nacional a través de la redistribución de la riqueza proveniente de su explotación. Requiere para ello un eficiente manejo mediante el estado y su función administrativa como punto de apoyo hacia el crecimiento y desarrollo económico.

El impacto positivo en el P.B.I. per cápita<sup>(1)</sup> tendrá una incidencia directa en la economía familiar correlacionada con la calidad de vida, pues el ahorro que le generará a las familias por el uso del gas natural lo beneficiará para satisfacer otras necesidades como son salud, educación y vivienda.

(1) Denominado Ingreso Per cápita o Renta Per cápita es la relación que hay entre el PBI de un País y su cantidad de habitantes, según datos e índices según el Ministerio de economía y finanzas (MEF) el producto Bruto Interno (PBI) per cápita peruano se situará cerca de US\$ 4,000 al término de este año 2008 luego de haberse ubicado en 2000 dólares hace algunos años mientras que hacia el 2011 sería de 5000 dólares



La industria del gas tiene una relación directa con la construcción. Teniendo en cuenta que hay un déficit habitacional de viviendas en Lima Metropolitana de 200 mil unidades y varias regiones del país se sitúa por encima de 100 mil.



Considerando estos factores habrá un desempeño dinámico en tanto la energía del gas natural para el sector construcción evidencia más inversión y empleo, primero ejecutando más proyectos para el canalizado e instalación de líneas domiciliarias, y segundo generando mayor empleo directo e indirecto.

## **CAPITULO VIII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **8.1. Conclusiones**

- De acuerdo al concepto de intercambiabilidad de los gases, el GLP y GN No son intercambiables entre si, quiere decir que no se pueden utilizar los mismos equipos a GLP para utilizarlos con GN, como son: Cocina, calefactor, secadora, regulador, medidor etc.
- Entonces del sistema de tuberías de GLP y GN podemos afirmar que solo se pueden utilizar para ambos gases la tubería montada, haciendo una aclaración del mismo, que el diseño para GN es factible para utilizarlo con GLP, pero que en caso contrario no funcionaría, esto se debe a que el gas natural requiere mas volumen.
- Toda instalación de GN o GLP, tiene que realizarse de acuerdo a la legislación y normatividad establecidas por el MEM y el Osinerg para garantizar el correcto funcionamiento del mismo y prevenir accidentes ya que el gas es un producto inflamable.
- Según la evaluación económica queda demostrado que ejecutar una instalación para Gas Natural en el mediano plazo es más rentable para el usuario ya que influirá positivamente en su economía familiar.

- De los reguladores de presión, estos tienen que ser elegidos previo cálculo tal como se presenta en el presente trabajo para entregar la presión de funcionamiento de los equipos y no tener desperfecto alguno. Recalamos que se tiene que elegir los reguladores para cada tipo de gas, dado que el GLP y GN por no ser de la misma familia de los gases no pueden funcionar con los mismos reguladores de presión.
- En cuanto a los costos podemos ver que cuando se trata de una instalación multifamiliar los costos por usuario disminuyen sustancialmente siendo bastante accesible a la economía de las familias.

## **8.2. Recomendaciones**

- Se recomienda tener cuidado con el uso del GLP y GN, en el sentido de creer que son el mismo tipo de gas, cuando no es así ya que el GLP esta compuesto básicamente por propano y butano y el GN por metano y etano.
- En la aceptación del tipo de montaje de tuberías para un sistema a gas es recomendable realizar el sistema de tuberías para GN, ya que es reutilizable para un sistema con GLP, y en caso contrario se tendría que hacer modificaciones conllevando a gastos innecesarios.
- Es recomendable tener los equipos y elementos de seguridad antes y durante el montaje del sistema de tuberías.

- Cuando ya este en funcionamiento el sistema sea con GLP o GN, en caso de detectar la presencia de fugas se debe: avisar a todas las personas cercanas, alejarse del área, abrir todas las puertas y ventanas para dar una ventilación oportuna, no operar equipos eléctricos o que produzcan chispas, y finalmente avisar a las autoridades y/o empresa de gas.
- La ejecución en la instalación de sistemas de gas, tiene que ser realizado por entidades y personal técnico competente, debidamente registrados y poseer la categoría correspondiente según se cita en el acápite legislativo.
- El sistema de gas presentado es con tubería de cobre, por ser de mayor resistencia y seguridad, por lo que se recomienda que especialmente para instalación de interiores estamos hablando de línea de baja presión se realice con tubería de cobre y no de otro material como por ejemplo el Polietileno un material factible para líneas soterradas. Se hace esta referencia porque en caso de incendios el cobre posee un alto grado de resistencia.



## APENDICE

- GLP : Gas Licuado de Petróleo
- GN : Gas Natural
- NTP : Norma Técnica Peruana
- MEM : Ministerio de Energía y Minas
- $\Delta P$  : Caída de Presión
- PBI : Producto Bruto Interno
- $f_s$  : Factor de Simultaneidad
- PIT : Potencia Total Instalada
- RV : Razón de Vaporización
- BID : Banco Interamericano de Desarrollo

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Perez, R. “Ingeniería del Gas Natural Propiedades Físicas y Comportamiento de Fases”, Universidad Nacional de Colombia, 1980.
2. Kumar, S. “Gas Production Engineering”, Gulf Publishing Book Division, Houston, TX, USA, 1987.
3. J. L. Lorenzo Becco “Los G.L.P” , Butano S.A
4. Pro Cobre – Perú. “instalación de Gas Natural”.
5. Ley Orgánica de Hidrocarburos 26221, MEM, Edición 1993
6. Diseño de Instalaciones de Gas Licuado de Petróleo, Ing. Arturo Ledesma  
Colegio de Ingenieros del Perú CIP. 2005
7. Normas Técnicas y Legales:
  - Ministerio de Energía y Minas (MEM) – [www.minem.gob.pe](http://www.minem.gob.pe)
  - Osinerg – [www.osinerg.gob.pe](http://www.osinerg.gob.pe)
  - Indecopi – [www.indecopi.gob.pe](http://www.indecopi.gob.pe)
  - NFPA-National Fire Protection Asociation – [www.nfpa.org](http://www.nfpa.org)
  - ASME-American Society of Mechanical Engineers – [www.asme.org](http://www.asme.org)

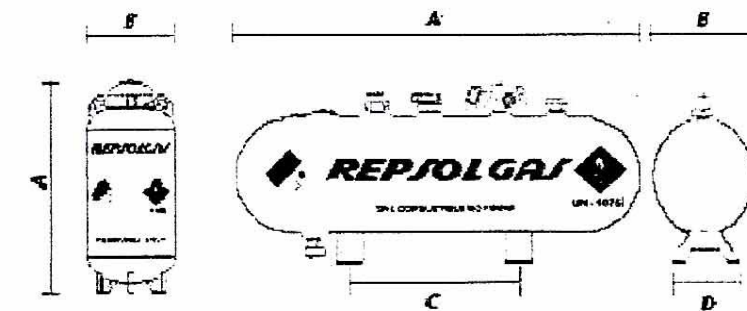
# ANEXO I

<b>FICHA TECNICA</b>  <b>DIMENSIONES DE TANQUES ESTACIONARIOS</b>	FTIT-005	VºBº
	01/06/04	
	Página :1 de 1	

## CARACTERISTICAS DE TANQUES DE GLP

Capacidad m3	Capacidad Gls	Horizontal / Vertical	Marca de tanques	Peso Neto de Tanque Vacío	Peso del agua en kilos	Peso de tanque lleno en kilos	Largo / Alto del tanque A	Diametro del tanque B	Distancia entre bases. Largo C	Distancia entre bases. Ancho D	Vaporización al 20% BTU/h
0.95	250	H	ITSA	300	945	1,245	2.12	0.80	1.10	0.39	630913.3
1.89	500	H	ITSA	440	1,890	2,330	2.58	1.02	1.30	0.47	978957.2
3.79	1,000	H	ITSA	880	3,780	4,660	5.03	1.00	2.74	0.48	1908587.0
20.82	5,500	H	ITSA	5,520	20,790	26,310	6.64	2.14	2.59	0.00	
0.30	80	V	TATSA	85	302	387	1.32	0.61	-	-	284325.1
0.45	120	V	TATSA	140	454	594	1.38	0.76	-	-	372096.0
0.45	120	H	TATSA	112	454	566	1.67	0.61	0.91	0.26	361152.0
0.95	250	H	TATSA	320	945	1,265	2.19	0.80	1.07	0.32	630913.3
1.89	500	H	TATSA	480	1,890	2,370	2.99	0.95	1.52	0.38	978957.2
3.79	1,000	H	TATSA	940	3,780	4,720	4.85	1.04	2.74	0.41	1908587.0
7.57	2,000	H	SIMA	1,990	7,560	9,550	5.31	1.52	3.20		
20.82	5,500	H	TATSA	4,980	20,790	25,770	6.94	2.08	2.59		
37.85	10,000	H	ITSA	6,580	37,800	44,380	11.36	2.26	5.28		
113.56	30,000	H		36,000	113,400	149,400	20.85	2.68	16.85		
<b>Tanques Soterrados</b>											
1.89	500	H	TATSA	480	1,890	2,370	3.01	0.92	1.53	0.38	587374.3
3.79	1,000	H	TATSA	940	3,780	4,720	4.93	0.97	2.75	0.41	1145152.2
7.57	2,000	H	SIMA	1,990	7,560	9,550	5.31	1.52	3.20		
20.82	5,500	H	ITSA	4,980	20,790	25,770	6.94	2.08	2.59		
37.85	10,000	H	ITSA	6,580	37,800	44,380	11.36	2.26	5.28		
113.56	30,000	H		36,000	113,400	149,400	20.85	2.68	16.85		

## ESQUEMA DE TANQUE



A,B,C,D EN metros

## ANEXO II

### ASPECTOS NORMATIVOS IMPORTANTES

#### 1. Ubicación de tanques de almacenamiento:

Norma nacional (D.S. 027-94) e internacional (NFPA58) condicionan ubicación de tanques, según una escala de distancias establecida:

- Alejamiento a fuentes probables de ignición: 3 m.
- Alejamiento a conductores eléctricos: 3 m.
- Alejamiento a cámaras y tapas de desagüe: 3 m.
- Alejamiento a ductos: 3 m.
- Alejamiento a muros o paredes de aislamiento: 3 m.
- Alejamiento a límites de propiedad: según capacidad (Para tanques de hasta 500 galones, basta con 3 metros; para 1000 galones, serán 5 m.)
- Alejamiento a sub-estaciones eléctricas:

#### 2. Materiales empleados en la instalación:

- Alta Presión (impulsión o llenado artificial, y tubería de retorno vapor): Acero soldado (SCH40), acero roscado (SCH80) o cobre tipo "K"
- Media Presión (hasta 30 psi): acero (ambos tipos) o cobre tipo "L". Polietileno de alta o media densidad sólo para tramos soterrados y fuera de la edificación
- Baja Presión: acero (ambos tipos) o cobre tipo "L"

#### 3. Recorridos y acabados de tuberías:

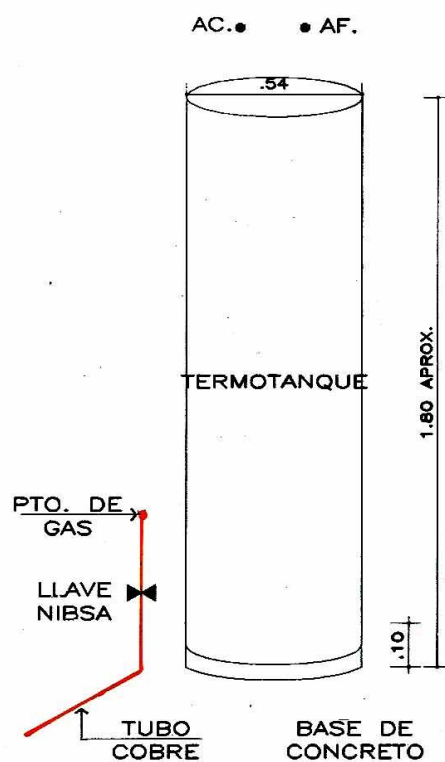
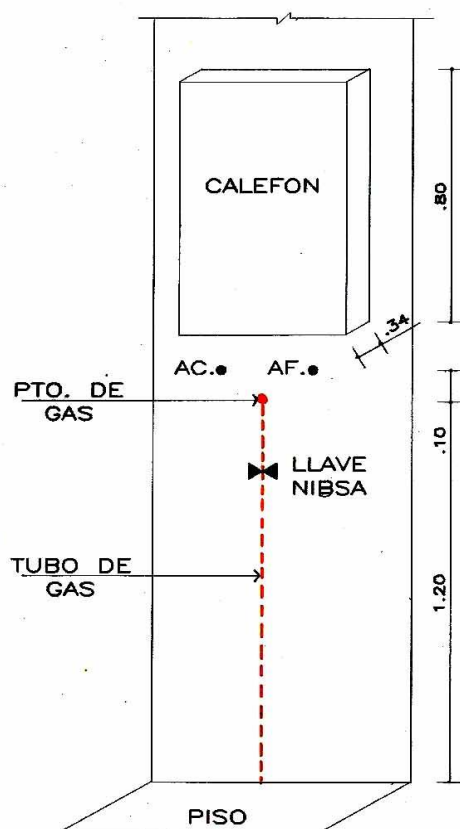
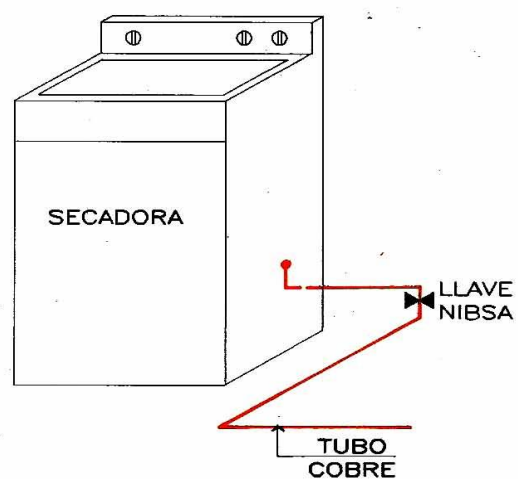
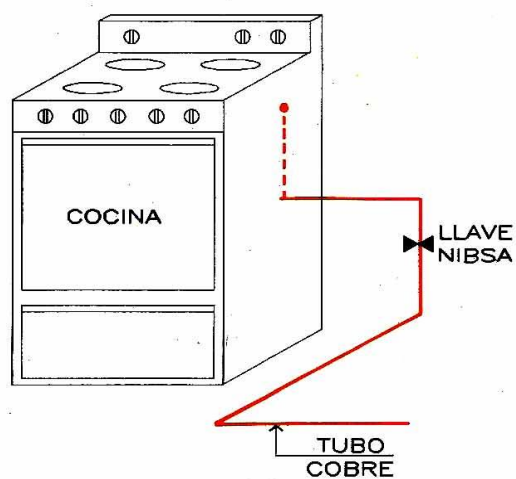
- Alta Presión (gas líquido): Por el exterior del edificio, nunca empotrado ni pasar tramos techados; puede quedar cubierta
- Media Presión (gas vapor): Por exteriores, nunca empotrado, puede atravesar tramos techados a < 20 psi., y soterrados (si son exteriores); puede quedar cubierta. Si está a >20 psi., no debe pasar bajo techo
- Baja Presión (gas vapor): Usualmente en interiores; puede empotrarse (se recomienda funda plástica)

#### 4. Ubicación de reguladores, medidores y válvulas:

- Medidores: Instalar en áreas comunes, NO dentro de la propiedad particular. Se recomienda colocar gabinete
- Reguladores: Por exterior, o conectando una línea de venteo hacia el exterior (cuando se instale bajo techo)
- Excepción: Regulador puede ir sin venteo si es del tipo automático (no lleva venteo)
- Válvulas: Instalar una por cada artefacto (arranque), una por cada regulador y una por cada medidor como mínimo

## ANEXO III

### CONEXIÓN DE EQUIPOS A GAS



## ANEXO IV

### CONVERSION DE UNIDADES

1 Unidad térmica británica = 1 Btu = 0,0003929 hp-hora

1 Unidad térmica británica = 1 Btu = 777,9 pie-libra

1 Unidad térmica británica = 1 Btu = 252 calorías

1 Unidad térmica británica = 1 Btu = 0,000293 kw-hora

1 pie-libra = 1 pie-lb = 0,3239 cal

1 pie-libra = 1 pie-lb = 37660000 kw-hora

1 caloría = 1 cal = 0,000163 kw-hora

1 Unidad térmica británica/hora = 1 Btu/hora = 0,2161 lb-pie/seg

1 Unidad térmica británica/hora = 1 Btu/hora = 0,0003929 hp

1 Unidad térmica británica/hora = 1 Btu/hora = 0,07 cal/seg

1 Unidad térmica británica/hora = 1 Btu/hora = 0,000293 kw

1 Atmosfera = 1,01325 bar

1 bar = 14,50389 libras/pulg<sup>2</sup>

1 bar = 100,000.0 Pascal

1 Psig ( lb/pulg<sup>2</sup>) = 68.947 mbar

1 Psig ( lb/pulg<sup>2</sup>) = 6,894.7 Pascal

1 Pascal = 0.010 mbar

Pulg."água = 0.002486 bar

Pulg."água = 248.6 Pascal